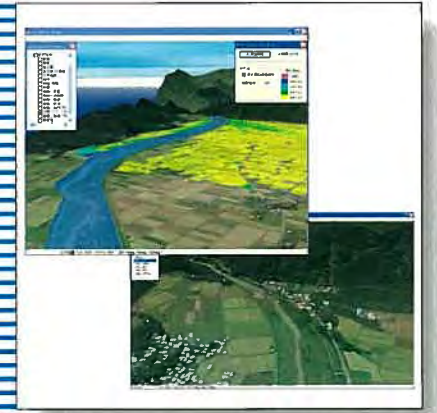
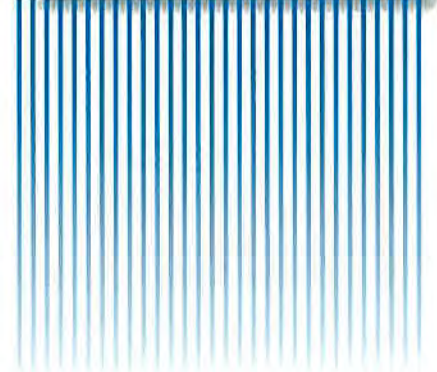
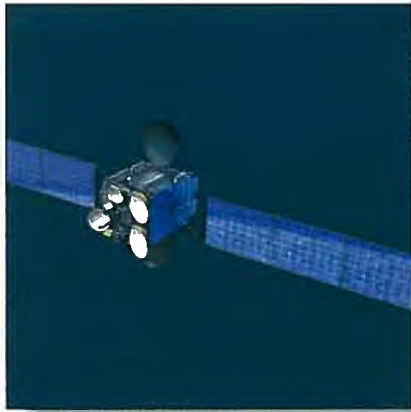
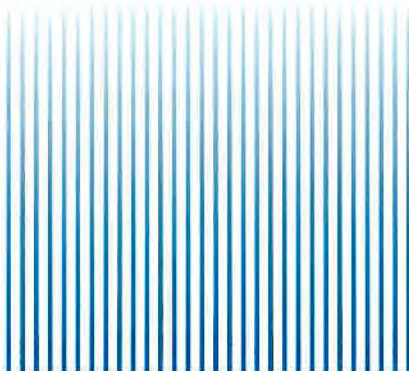
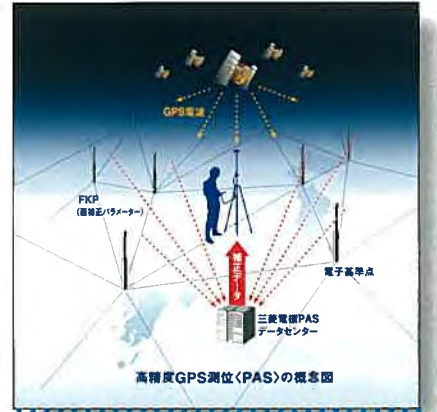
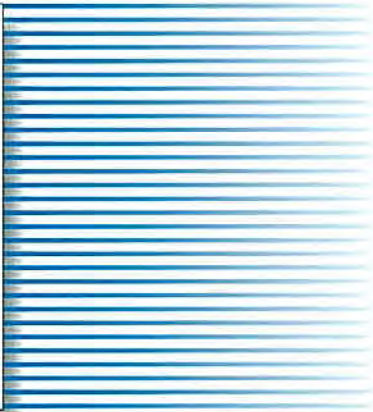


MITSUBISHI

三菱電機技報 Vol.81 No.8

20078

特集「先端技術が生み出す安全・安心な社会」



目 次

特集「先端技術が生み出す安全・安心な社会」

先端技術が生み出す安全・安心な社会 1
安井正彰

安全・安心な社会を支える先端技術 2
白井澄夫

高精度GPS測位サービス“FKP方式PAS”の
最新状況と今後の展開 7
佐藤雄一郎・西川啓一・村上牧子

高精度GPS受信機“AQLOC”を用いた車両位置管理システム 11
雲井一成

モバイルマッピングシステム 15
吉田光伸・角谷卓磨・石原隆一・川瀬俊樹・瀧口純一

マルチパス誤差低減アルゴリズム 19
永野隆文・岩本貴司

干渉型合成開口レーダによる三次元地図作成 23
岡田 祐・堀内健志・大石 昇・Ali Azarbajani・岩間 清

防災業務の迅速化を実現する高精度三次元地形図表示技術 27
櫻井満将・清水 聡・藤本仁志・菅沼優子・森川 豊

災害対策・危機管理での衛星通信利用 31
坂戸美朝・尾崎 裕・今井 徹

市町村防災向け戸別受信機 35
岡 智広・池邊 洋・前田将伸

光ファイバ侵入検知システム 39
池邊 洋・吉村 修

車両入退場管理システム 43
増岡裕昭・河木理一・井尻 守

クリーンな地球環境の実現に貢献する
最適な廃棄物処理管理システム 47
師岡 優・田口安広・山岡憲一・田嶋伸幸・小山幸春

食品の安全と消費者の信頼確保を目指す
食品トレーサビリティシステム 51
大野次彦・宇都宮国光・植松雅男・伊藤正人・白坂時雄

UHF帯RFIDデバイス 55
中谷崇史・宝来憲次・池邊 洋・亀丸敏久

UHF帯RFID応用システム 59
岩橋 努・亀丸敏久・太田一史・宝来憲次・會田一男

ドップラーライダ装置 63
古田 匡・浅香公雄・長嶋正浩

普通論文

密着型イメージセンサ 67
太田 章・富田法行・長谷川 洋・宮地 穰

The Safe and Secure Society Built up by Advanced Underlying Technologies

The Safe and Secure Society Built up by Advanced Underlying Technologies
Masaaki Yasui

The Advanced Underlying Technologies Behind a Safe and Secure Society
Sumio Usui

Present Situation and Future Prospects about High Accuracy GPS Positioning Augmentation Services
“FKP-PAS”
Yuichiro Sato, Keiichi Nishikawa, Makiko Murakami

Automatic Vehicle Monitoring System Assisted by Highly Accurate GPS Receiver “AQLOC”
Kazunari Kumoi

Mobile Mapping System
Mitsunobu Yoshida, Takuma Kadoya, Ryuichi Ishihara, Toshiki Kawase, Junichi Takiguchi

A Method for Multipath Mitigation of GPS Signals
Takafumi Nagano, Takashi Iwamoto

3-Dimensional Map Reconstruction by Ku-Band Interferometric SAR
Yu Okada, Takeshi Horiuchi, Noboru Oishi, Ali Azarbajani, Kiyoshi Iwama

3D Topographic Visualization Technology for Disaster-Prevention
Mitsumasa Sakurai, Satoshi Shimizu, Hitoshi Fujimoto, Yuko Suganuma, Yutaka Morikawa

Satellite Communications for Disaster Prevention and Crisis Management
Yoshitomo Sakato, Yutaka Ozaki, Tooru Imai

Personal Receiver for Disaster Prevention Radio System
Tomohiro Oka, Yo Ikebe, Masanobu Maeda

Optical-Fiber Intrusion Detection System
Yo Ikebe, Osamu Yoshimura

Vehicle Admission Management System
Hiroaki Masuoka, Motokazu Kawaki, Mamoru Ijiri

Waste Disposal Management System for a Clean Global Environment
Masaru Morooka, Yasuhiro Taguchi, Kenichi Yamaoka, Nobuyuki Tajima, Yukiharu Koyama

Food Traceability Systems
Tsugihiko Ono, Kunimitsu Utsunomiya, Masao Uematsu, Masato Itou, Tokio Usuzaka

Device for UHF-Band RFID
Takashi Nakatani, Kenji Horai, Yo Ikebe, Toshihisa Kamemaru

Application Systems Using UHF-Band RFID
Tsuotomu Iwahashi, Toshihisa Kamemaru, Kazushi Ota, Kenji Horai, Kazuo Aita

Coherent Doppler LIDAR Systems
Masashi Furuta, Kimio Asaka, Masahiro Nagashima

Contact Image Sensor
Akira Ota, Noriyuki Tomita, Hiroshi Hasegawa, Minoru Miyaji

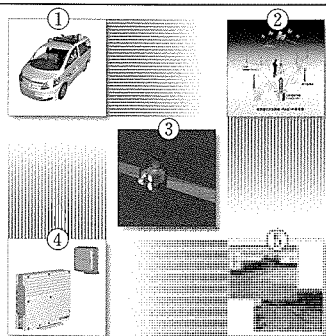
特許と新案

「マイクロストリップアレーアンテナ」
「後方乱気流観測装置」 71

「駐車場システム」 72

スポットライト

UHF帯RFIDリーダライタ装置



表紙：先端技術が生み出す安全・安心な社会

2007年5月に「地理空間情報活用推進基本法」が成立し、衛星測位等の先端技術を活用した安全・安心な社会の実現が推進されようとしている。

三菱電機では、防衛・宇宙分野で培った高度な先端技術を応用してFKP方式を用いた高精度測位サービスPAS(②)、その応用として高精度地図作成に用いるモバイルマッピングシステムMMS(①)、高精度三次元地形図表示システムG-Viz(⑤)等を提供している。また、ユビキタス社会に向けて注目されているUHF帯RFIDシステム(④)等も提供している。これらを統合セキュリティや防災、各種管理システムに応用して、安全・安心な社会の実現に貢献していく。③はイメージ画像。

先端技術が生み出す安全・安心な社会

The Safe and Secure Society Built up by Advanced Underlying Technologies

安井正彰
Masaaki Yasui



かつて日本は、世界の中で最も安全な国と言われていたが、近年の自然災害や凶悪犯罪の増加など、今やその地位は揺るぎ始めていると言われていた。また、食の安心や児童の安全確保、個人情報保護への関心の高まりなど、日常生活においても安全・安心を求める世論の声が急速に広がっている。

こうした状況の中、政府及び関連省庁では、「骨太の方針」や「科学技術基本計画」などにも示されているように、国を挙げて安全・安心な社会の実現に向けた様々な取り組みが開始されている。具体的には、内閣府において平成18年度に「国民生活における安全・安心の確保策に関する検討委員会」を設置し平成19年6月に報告書を提出している。また、食の安全にかかわる法律・条例として「牛の個体識別のための情報の管理及び伝達に関する特別措置法(牛トレーサビリティ法)」や各自治体における「食の安全・安心条例」、産業廃棄物の適正処理に関する「廃棄物の処理及び清掃に関する法律(廃棄物処理法)」、製造物の安全にかかわる「製造物責任法(PL法)」などが定められている。特に安全・安心な社会の基盤となる地理情報分野では、去る5月23日には、新たに「地理空間情報活用推進基本法」が法制化され、国民が安心して豊かな生活を営むことができる経済社会の実現に向けて、地理空間情報の活用推進にかかわる基本理念や施策などが定められた。この法律の制定によって、地理情報システム(GIS)及び衛星測位(PNT)の両面から、安全・安心な社会の基盤となる地理空間情報の整備と活用が推進される見込みである。

一方、産業界では、安全・安心に対する国の取り組みや社会ニーズの高まりから、携帯電話やカーナビゲーション、インターネットに代表される、最新の情報処理技術や通信技術などを応用した、新しい防災システムやセキュリティシステムなどのビジネスが展開されており、今や急成長が期待される市場となっている。いつでも、どこでも、誰で

も、どんなものからでも情報ネットワークにアクセスできる“ユビキタス社会”の実現においては、とりわけ正確な位置と時間の提供は不可欠であり、地理空間情報の高度な活用の推進は、今後、産業界においても大きな革新をもたらすことが期待されている。また、“ユビキタス社会”を国民の安全・安心の実現に生かしていくことが、産業界の命題の一つとも言えるであろう。

三菱電機では、従来、防衛・宇宙分野で、国の安全にかかわる機器・システムの提供を行ってきたが、これら防衛・宇宙分野で培った、高度なセンサ技術や衛星通信・測位技術、統合システムやアプリケーション技術など、最先端の技術を応用することによって、上述したような“ユビキタス社会”の実現における新たなニーズにこたえるために、ITソリューション事業を行っている。特に、位置情報ソリューションサービス(LBS)事業は安全・安心な社会の基盤となる地理空間情報の高度な活用を提案するものである。

個別には、より安全かつ効率的な国土・防災管理に活用可能な、高精度GPS測位サービス(PAS(Positioning Augmentation Services)、MMS(Mobile Mapping System)、“G-Viz^(注1)”)、食の安全確保に向けたトレーサビリティの高度化に貢献する位置時間証明情報提供サービス“COCO-DATES”、重要施設・設備セキュリティの高度化に資する長距離UHF(Ultra High Frequency)帯RFID(Radio Frequency Identification)システム、及びこれらを適用した統合セキュリティシステムなどを提供している。今後、これら最先端技術を活用した幅広いシステムソリューションの提供によって、将来の安全・安心な社会の実現を目指して貢献していく所存であり、引き続き各方面からのご支援、ご協力をお願い申し上げたい。

(注1) G-Viz：三次元空間計測・情報管理システム



臼井澄夫*

安全・安心な社会を支える先端技術

The Advanced Underlying Technologies Behind a Safe and Secure Society

Sumio Usui

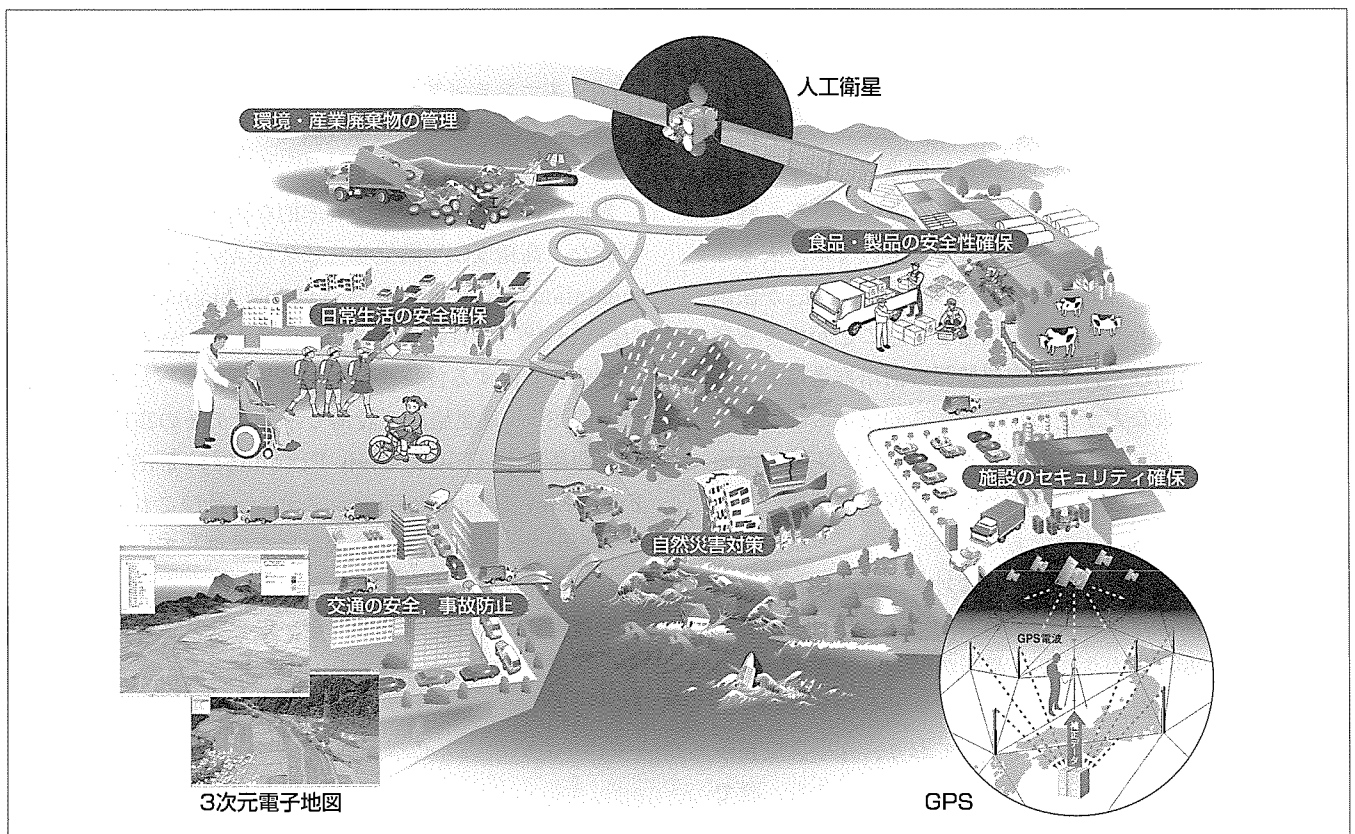
要旨

安全・安心に対する社会の要請は年々高まっている。地震や気象災害などの自然災害をはじめ、事故や犯罪、食品や産業製品の安全性に関する問題など、現代の社会には多くの脅威が存在し、これらのリスクへの対応は社会の多くの分野において重要な課題になっている。

特に現在の我が国のように、都市化による人口・産業の集中が進む一方で過疎や少子高齢化の問題を持つ社会においては、大規模な災害や事故の発生を予測・予防するとともに、万一これらが発生したときには迅速な対処が可能となる社会基盤を整備することが、社会の安定にとって極めて重要となっている。現代の社会において、これら安全・安心を脅かすリスクに対処するためには政治や社会制度も

含めた幅広い取り組みが必要であるが、とりわけ、先端的な科学技術とその応用システムは、災害や事故の防止と万一の発生時の被害軽減において非常に有効な手段となり、さらに、日常生活の安心や高齢者・弱者の安全を確保する上でも様々な分野で活用されている。

本稿では、安全・安心な社会を実現するための課題とそれらを支える先端技術について概観する。また、位置情報を中心とした統合的なサービスであるLBS(Location Based Services)の概念を紹介し、これが安全・安心な社会を支える基盤技術として多くの分野で重要な役割を果たし得ることを述べ、三菱電機の取り組みの一端を述べる。



安全・安心な社会を支える先端技術

安全・安心な社会は多くの先端技術によって支えられている。人工衛星、3次元電子地図、GPS(Global Positioning System)などは、最もよく使われる先端技術の例であり、日常生活の安全から自然災害の防止に至るまで幅広い分野に応用されている。

1. ま え が き

最近、大きな自然災害や事故、あるいは食品や工業製品、建築物の安全性に関する問題などが連続して発生し、国民の安全・安心に対する信頼が揺らいでいるといわれる。従来、日本は自然災害は多いものの、治安や社会の安定に優れ、世界で最も安全な国であるとも言われてきた。しかし、予想されなかった災害や事故の発生が大きな被害をもたらし、一方で犯罪や少子高齢化による市民の日常生活に対する不安が、安全・安心に対する強い要請となって現れているものと思われる。

現代の社会には安全・安心に対する多くの脅威が存在する。これらの脅威に対処して安全を確保し、国民が安心して生活を送ることができるようにするためには、政治や社会制度による対応、脅威を予測し発生時には危機管理を支援するシステムの整備、これらを支える科学技術の開発など幅広い取り組みが必要である。この中で先端的な科学技術とその応用システムは、災害や事故の防止と万一の発生時の被害軽減において非常に有効な手段となるなど、多くの分野において広く活用されている。本稿では、安全・安心をめぐる国民の意識と政府の取り組み、及び安全・安心を支えるいくつかの科学技術と応用について述べる。

2. 安全・安心に対する国民の意識

国土交通白書2006によると、平成17年に実施された国民の意識調査では70%以上が今の日本を危険と感じ(図1)、また、半分以上の人が以前と比べて安全でなくなったと感じている(図2)。その理由としては、“予想しなかった自然災害、事故、テロが発生しているから”が最も多いが、これらへの対策や備えが不十分であることを挙げた人も3分の1にのぼる(図3)。

図4、図5に最近の台風や地震の発生回数を示す。これ

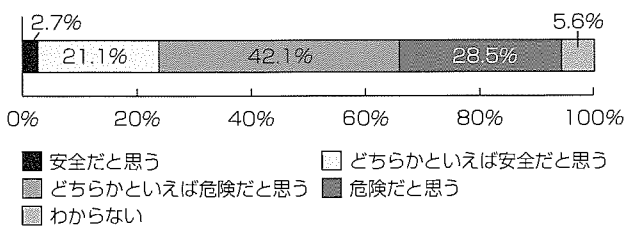


図1. 国民の安全に対する意識(国土交通白書2006より)

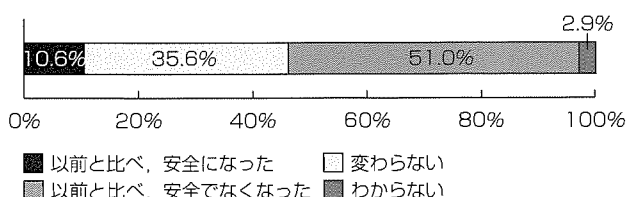


図2. 以前と比べた安全に対する意識の変化(国土交通白書2006より)

らのデータからだけで災害の発生が増えていると結論付けることは必ずしもできないが、2004年の台風上陸回数はこれまでの最大を記録し、また震度5以上の地震の発生回数は例年より多い年があることもわかる。また、豪雨についても発生頻度が増加しているといわれる。このほか、犯罪や事故、各種の偽装問題など予測できない事件の発生が国民の意識に影響を与えているものと考えられる。

3. 安全・安心な社会の実現に向けてのわが国の取り組み

安全・安心な社会の実現を目指して、国の政策としても

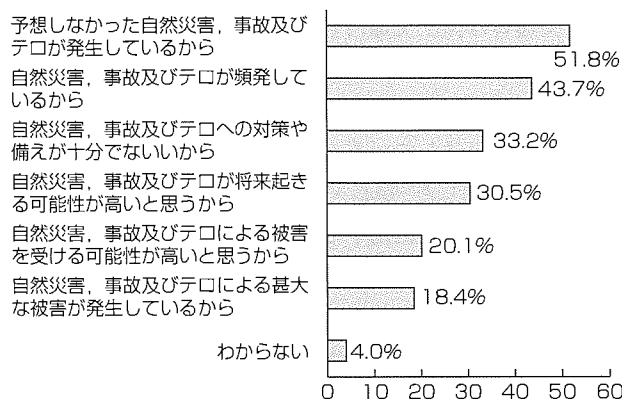


図3. 今の日本は“危険だ”又は“以前と比べ安全でなくなった”と思う理由(複数回答)(国土交通白書2006より)

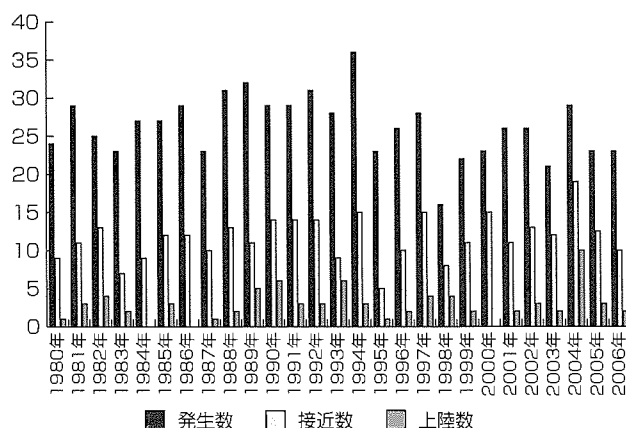


図4. 台風の発生個数、日本への接近・上陸個数(気象庁資料による)

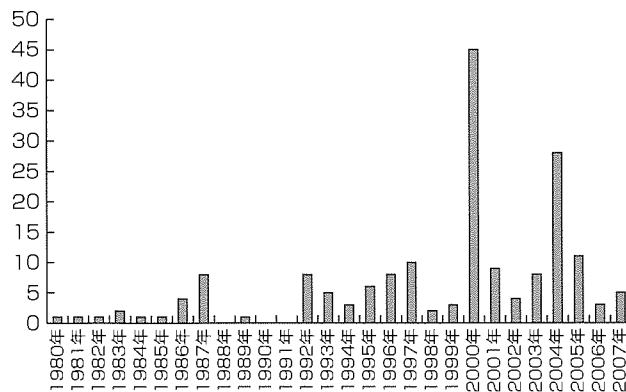


図5. 日本における震度5以上の地震の発生回数(気象庁資料による)

広範囲の取り組みが行われている。

政府の「経済財政運営と構造改革に関する基本方針2006」(骨太の方針)には3つの優先課題の一つとして“安全・安心で柔軟かつ多様な社会の実現”が挙げられ、災害対策、治安対策、安全性・信頼の再構築、地球環境の保全などへの取り組みが述べられている。

平成18年に決定された第3期科学技術基本計画は、3つの理念の一つを「健康と安全を守る ～安心・安全で質の高い生活のできる国の実現に向けて～」とし、“世界一安全な国・日本を実現”を目標に掲げて国土と社会の安全確保及び暮らしの安全確保を目指している。

国土交通省は国土交通白書2006において安全・安心社会の確立のため、地震・津波災害等の風水害、公共交通機関の事故・トラブルなどについて課題を分析し今後の施策の方向について記述している。

総務省の作成した「安心・安全な社会の実現に向けた情報通信技術のあり方に関する調査研究会調査報告書」(平成19年3月)においては、①災害対策・危機管理分野、②食の安心・安全分野、③児童・高齢者などの市民生活支援分野の3つの分野において課題や今後の推進方策を整理している。ここでは情報処理のあるべき姿として、地理情報システム(Geographic Information System: GIS)等を活用し、膨大な災害情報を整理、分析でき、分かりやすく提示できることが挙げられている。

警察庁は平成18年度版警察白書において「安全・安心なインターネット社会を目指して」という特集を組み、インターネットが社会に与える影響の大きさを指摘してサイバー犯罪や情報漏洩(ろうえい)の防止対策について述べている。

このように日本では国を挙げて安全・安心な社会の実現に向けての取り組みがなされている。

4. 安全・安心を脅かすリスクと科学技術

4.1 安全・安心に対する脅威

我が国における安全・安心を脅かすリスクは数多くある。表1は、現代社会の安全・安心に対する主な脅威を整理したものである。これらはきわめて広い範囲にわたり、政治的な対応を要するものから、科学技術が解決に重要な役割を果たすことのできるものまで様々である。

4.2 自然災害への対応

気象災害や地震・津波などの自然災害は、広い地域にわたって大規模な被害をもたらす、社会的な影響の最も大きいものの一つである。図6は、世界の自然災害による被害額の地域別割合を示したものであるが、日本の被害額は国土が極めて狭いにもかかわらず世界全体の15%を占めている。これは、我が国の人口密度や産業集積度の高さとともに、地理的・気象的条件から災害が発生しやすい国である

ことを示している。

自然災害に対しては、発生を予測し事前に対策をとることが被害の軽減に最も有効である。地震の予測はまだ困難であるが、気象災害は気象衛星やレーダ、ライダー、スーパーコンピュータなどを駆使することによって発生の可能性を予測できるようになっている。万一このような災害が発生した場合は、ただちに救援活動に入り迅速な避難を促すために、現地状況をリアルタイムで正確に把握して適切な救援の方法や避難経路を決定し、確実な通信手段によって関係者や被災地の人々に伝達することが必要である。この場合、被災地域の被災前後の最新状況を反映した正確な地図と建物や設備・居住者などに関する情報が重要となる。例えば合成開口レーダは航空写真が撮影できない夜間や曇天時の3次元地形の観測が可能であり、ヘリコプター搭載衛星通信システムは被災直後の現地映像のリアルタイム伝送によって地上の状況を迅速に把握できる。無線通信や衛星通信による防災通信システムは、非常時にも救援関係者や居住者に対し情報を迅速かつ確実に伝達することができる。このように地理情報技術や通信技術を衛星測位技術・監視技術などと組み合わせることによって、後述するLBSとして有効な防災システムを構築できる。

4.3 交通、運輸における安全

航空機、鉄道など交通機関は、航空管制システム、列車

表1. 安全・安心に対する脅威

分類	脅威の例
自然災害	気象災害、地震、津波
事故	交通機関の事故、交通事故、火災
治安	テロ、犯罪
施設の安全	不法侵入、資材の盗難・紛失
食品・製品の安全性	消費期限・産地の偽装、有害添加物、製品欠陥、耐震偽装
環境問題	公害、産廃不法投棄、地球温暖化
医療・健康	感染症、医療事故
生活・福祉	高齢者・弱者の安全に対する脅威
情報・通信	サーバ犯罪、情報漏洩、インターネットの有害情報
外交、防衛、経済	外敵、武力攻撃、通商問題
エネルギー	エネルギーの対外依存
食料	食料の対外依存

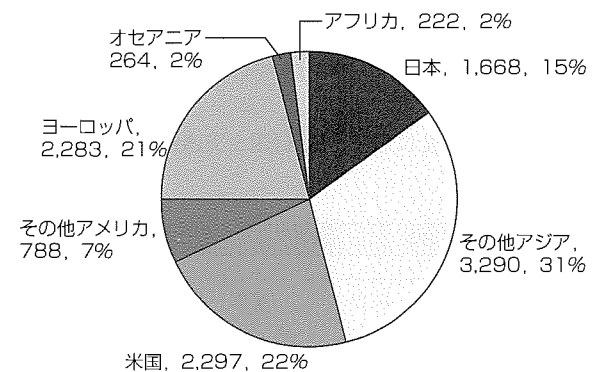


図6. 世界における自然災害被害額(単位: 億ドル)の地域別割合 (国土交通白書2006より)

制御システムなどによって円滑な運行を実現し、事故の発生を防止している。光ファイバドップラーライダ装置は、乱気流計測を行い航空機事故の防止に役立つ。自動車交通では、ITS(Intelligent Transportation System：高度道路交通システム)として情報通信システムを活用した安全運転支援や交通情報の提供、ETC(Electronic Toll Collection)による渋滞低減が行われている。さらに積極的な事故防止対策として車載レーダによる衝突防止装置が実現されており、画像認識による事故防止支援システムも研究されている。

4.4 施設、設備のセキュリティ

工場などの生産設備や発電所など重要施設における不審者の侵入防止、人員の所在把握、機器・資材管理などは、経済・社会活動の安定的な維持にとって重要である。光ファイバやケーブルによる侵入検知システム、RFID(Radio Frequency Identification)による要員の入退場管理・資材管理などは、安定した生産や操業を継続するために広く使われるようになって考えられる。

4.5 食品・製品の安全

食品や製品の安全性は日常生活に直結しており、国民の関心が高い。食品の産地や消費期限の偽装問題は当事者のモラルに依存するところも大きいですが、トレーサビリティの概念を導入することで生産・流通の経路を明確化し、第三者がこれをチェックしたり消費者が情報を直接入手して自ら判断することが可能になる。トレーサビリティの概念は産業廃棄物の処理にも適用することができる。GPSを利用して廃棄物の排出から最終処理にいたる経路を追跡し記録を残すことで、適切な処理を促すことができる。

4.6 日常生活の安心

少子高齢化や過疎が進む社会において高齢者・弱者の安全を確保することは、誰もが安心して暮らせるための重要な条件である。GPS付きの携帯端末とインターネットを用いて所有者の所在を容易に確認できるシステムが実用化されている。独居高齢者を見守り、生活の支援を行うためのシステムも運用されている。なお、安心して暮らせる街作りには技術による仕組みの整備だけではなく、地域の住民を含めた安全への意識、弱者に対する見守り・支援と社会制度が何よりも大切であることを付記したい。

4.7 ネットワーク社会のリスク

インターネット社会においては、ネットワークを悪用したサイバー犯罪や情報漏洩の問題がある。インターネット上の不法取引、詐欺などは急激に増加しており、ウイルスによる情報漏洩も深刻な問題になっている。また、インターネットが社会活動・経済活動の基盤として重要な位置を占めるようになり、サイバーテロとも呼ばれるネットワークに対する攻撃が社会に大きな影響を与える恐れがある。ネットワーク上の犯罪や事故の防止には、暗号化技術やネ

ットワークセキュリティ技術が有効であるが、組織としての事故防衛の仕組みの確立や個人の意識も重要である。

5. LBS技術と安全・安心

5.1 LBSの概念と特長

安全・安心にかかわる様々な場面で、位置情報及び位置に関連付けられた情報は非常に重要な役割を持つ。例えば、地震などの広域災害時において、被害の迅速な把握、救援作業、復興計画の策定などには、正確な地図と被災地域の前後の状況が正しい位置情報とともに提供されなければならない。避難のためには人々の現在位置を正しく把握し避難経路を提示することが必要であり、救援活動においては、救援人員や車両の位置を正しく把握することも必要である。

位置情報を中心に統合された技術やサービスはLBSの概念によって考えることができる。LBSは、デジタル地理情報にリアルタイムの位置情報とコンテンツ情報を統合し、通信ネットワークを用いて広い場面で利用できるサービスを示す概念である。従来、広く使われているGISをさらに発展させたものとも考えることもできる。

LBSは、①あらゆる情報が位置情報をキーにして統合され、②ユーザーの要求する情報やサービスがユーザーの要求する時点でリアルタイムに提供され、③ユーザーがどんな位置や状況にあってもそれに応じた適切な情報が提供され、④地理情報だけでなくリアルタイムの気象情報や救援情報など多様な情報が統合され、⑤映像、音声、グラフィック情報、各種データなど多種類の属性の情報が組み合わせられて分かりやすく提供される、などの特長を持つ。

5.2 LBSの基盤技術

LBSを支える主要な技術として次のようなものがある。

(1) 測位技術

LBSを実現する基盤として、いつでもどこでも正確な位置情報をリアルタイムに得られることが不可欠である。米国が運営するGPSを用いれば、人工衛星の電波を利用して位置を得ることができ、カーナビゲーションや携帯電話の位置情報取得に広く用いられる。GPSには通常10m程度の誤差が含まれているため、これを補正し正確な位置を得る技術が開発されている。ネットワーク型RTK(Real Time Kinematic)-GPSは国土地理院が全国約1,200か所に設置した電子基準点を用いて誤差がわずか1~2cm程度の測位を可能とする高精度のGPS測位サービスであり、当社はFKP(Flaechen Korrektur Parameter)方式PAS(Positioning Augmentation Services)を提供している。また、高精度のGPSを車両に搭載し走行しながら測位することで、道路地図の作成を効率化したり道路の被災状況を迅速に把握することができる。さらに2009年度に1号機の打ち上げが計画されている“準天頂衛星システム”はGPS衛星と同等の機能を持つ3機の衛星によって構成され、日本付近では常に

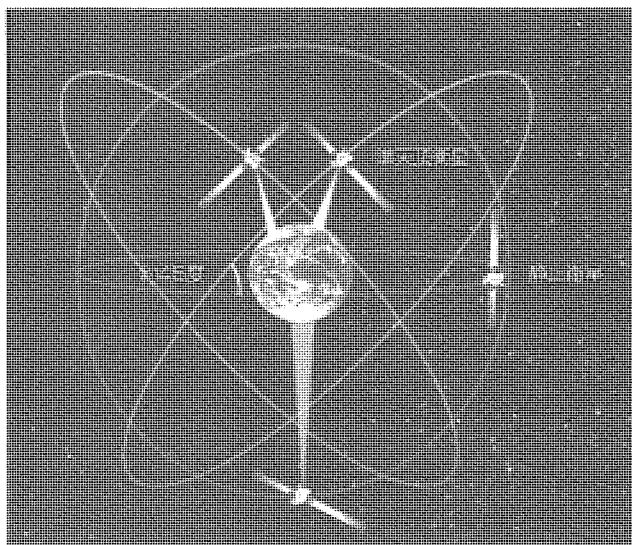


図7. 準天頂衛星システムの概念図

天頂付近に1機が見えるため、GPSの測位可能時間・地域が拡大する。準天頂衛星からはGPSの誤差補正情報も配信され、これを利用すれば測位精度も向上する。図7に準天頂衛星の概念図を示す。

(2) 高精度空間データ基盤

空間データは地形・地物及びそれらの属性情報を含むデジタル地理情報であり、LBSのプラットフォームとなる情報である。特に高精度の3次元空間データはLBSを構築する基盤である。空間データの取得技術としては、航空写真真測量が使われているが、高精度の3次元地図生成において、航空機搭載型の干渉型合成開口レーダ(Interferometry Synthetic Aperture Radar: InSAR)は夜間や曇天においてもデータを得ることができ、今後活用が広がると思われる。

(3) データ管理技術

LBSのサービスは、プラットフォームである空間データ基盤と、サービス要求に応じてこの上に展開され配信されるコンテンツデータから成り立っている。航空写真や合成開口レーダで得られた3次元データを処理して建物などの地物を地形から分離したり、高精度の衛星測位と組み合わせることで位置を正確に定めるとともに、気象観測量などリアルタイムで変化するデータを組み合わせることで統合的に管理する情報処理システムが開発されている。

(4) 通信システム

LBSの実現には、どこでも使用可能な通信システムでサービス地域がカバーされることが必要である。衛星通信システムは全国をカバーできるとともに、災害時に地上の通

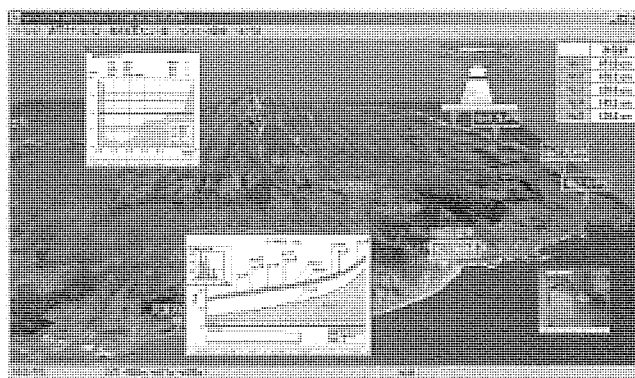


図8. 総合防災システムの画面例

信インフラが被害を受けていても使用できる長所があり、災害対策・危機管理になくてはならないものである。

(5) 表示技術

LBSの実際の運用では、3次元の高精度地図を端末に高速に表示し、この上で災害の予測シミュレーションや防災計画の立案、避難・救援の指揮などを統合的に行うことが考えられる。当社の3次元空間計測・情報管理システム“G-Viz”はこの目的のために開発され、広範な防災業務に適用できる。

5.3 LBSの展開と安全・安心

LBSは、国や自治体の防災・危機管理システムなどに適用することで、地域全体の関係情報を網羅することを可能とし災害に対する総合的な対応を支援する。図8にLBSを活用した総合防災システムの画面例を示す。

LBSは、災害時の市民への情報提供はもちろん、平常時の高齢者・弱者の生活安全にも大きな役割を果たすと考えられる。最近では、携帯電話にGPS機能が搭載されるとともに3次元表示機能も一般化しており、今後LBSを用いた市民サービスが普及すると期待される。

6. む す び

安全・安心に対する国民の意識がますます高まっている一方で、社会の発展に伴って様々なリスクの要因もまた増加し、自然災害発生時のリスクも増大する。

安全・安心な社会を実現するためのシステムは非常に複雑になっており、それらを支える技術も極めて多岐にわたっている。本特集で紹介する技術はそれらのごく一部に過ぎないが、それぞれの分野で安全・安心を下支えし、暮らしやすい社会を実現することに役立っていると考える。今後も関連する技術開発、製品開発を推進し、誰でも安心して暮らすことのできる安全な社会を実現する一助としたい。

高精度GPS測位サービス“FKP方式PAS”の最新状況と今後の展開

佐藤雄一郎*
西川啓一*
村上牧子*

Present Situation and Future Prospects about High Accuracy GPS Positioning Augmentation Services “FKP-PAS”
Yuichiro Sato, Keiichi Nishikawa, Makiko Murakami

要旨

「地理空間情報活用推進基本法」が制定され、「地図の統合化」に向けた市場の動きが加速することが予測される。PAS(Positioning Augmentation Services)は、cm級の高精度測位を実現するために、国土地理院が日本全国に設置した電子基準点網を利用し、FKP(Flaechen Korrektur Parameter：面補正パラメータ)方式で生成した補正データを配信するネットワーク型高精度GPS(Global Positioning System)測位サービスである。

FKP方式は、あらかじめ正確な位置が分かっている複数の電子基準点の観測データから、位置に依存する電離層遅延と対流圏遅延の誤差、並びにGPS衛星軌道誤差等に対応する補正データを生成し、測位計算することによって、cm級の高精度リアルタイム測位を実現する。本稿では、

FKP方式PASの特長(広範囲で高精度・高安定・高い再現性、豊富な通信手段、放送網による補正データ通信可能など)、並びにcm級の測位精度を実現する公共測量や除雪支援システムへの適用事例について述べる。

今後PASは、単一的な測量手段のみならず、法整備の進展とともに要求される高精度地図の作成手段など、LBS(Location Based Services)の基幹システムとしての重要性が一段と高まっていく。具体的には、GPSとINS(Inertial Navigation System)を複合させ、移動体で25cm級高精度測位を誇るMMS(Mobile Mapping System)を用いた道路測量分野、これらと航空測量を組み合わせた三次元地図作成、防災シミュレーション分野等、PASの適用範囲は飛躍的な広がりが期待される。



PASの位置付けと今後の展開

PASは、FKP(面補正パラメータ)方式を採用するネットワーク型高精度GPS測位サービスである。現在の市場である測量分野をはじめ、MMSによる移動測量や航空測量と連携させ、高精度な三次元電子地図を作成することによって、道路測量市場や観測市場はもちろんのこと、防災分野への展開が期待でき、LBS事業の根幹となるものである。

*本社

1. ま え が き

PASは、国土地理院が日本全国に設置した電子基準点網を利用し、高精度の測位を実現するために、FKP方式⁽¹⁾によって、補正データを生成・配信するネットワーク型高精度GPS測位サービスである⁽²⁾⁽³⁾。本稿では、まずFKP方式を採用したPASの特長を述べ、次にFKP方式PASの適用事例について述べ、最後に三菱電機が現在進めているLBS事業におけるPASの位置付けと今後の展開について述べる。

2. FKP方式PASの特長

数cmでリアルタイムに測位可能なものとしてRTK-GPS(Real Time Kinematic GPS)測位が、測量をはじめ土木、建築、防災、GIS(Geographic Information System)等で用いられている。RTK-GPSは、あらかじめ位置の確定している基準点における搬送波位相などの基準局データを測定点に無線通信等を用いて伝送し、測定点の搬送波位相とともに用いて測位計算する方式で、数cmの測位精度を実現するものである。このRTK-GPS測位は、基本的に、基準局と測定点における4つ以上のGPS衛星からの信号を受信し、搬送波位相を測定し、各衛星ごとの2重差分を求めることによって、誤差要因となる電離層遅延、対流圏遅延、衛星軌道誤差、GPS受信機及びGPS衛星の時計誤差を相殺することで、未知数である測定点の座標値を求めるものである。しかし、電離層遅延、対流圏遅延、衛星軌道誤差等は、基線長(基準局と測定点との距離)に依存して誤差が大きくなり、基線長が10km以上では測定不可などの制限があった。

FKP方式は、従来のRTK-GPSの問題点を解決するため複数の基準局を設けて、その基準点の観測データから、電離層遅延、対流圏遅延、GPS衛星の軌道誤差等を表現するFKPを生成し、それを基にcm級の高精度リアルタイム測位を実現する⁽⁴⁾。FKP方式を採用するPASの利点を次に示す。

- (1) 広範囲で高精度・高安定・高い再現性
 - 電子基準点からの距離に依存せず、GPS衛星条件を満たす場所ならどこでもcm級の測位が可能
 - 移動及び初期化ごとの測位精度に安定性・再現性あり
- (2) 電子基準点ネットワーク化による耐障害性
 - 約25点/一地域の電子基準点データを参照し、補正データを生成するため、ある電子基準点に障害が発生しても他の電子基準点で十分カバー可能
- (3) リーズナブルな補正データの通信方式
 - パケット方式と片方向通信を用いるため、ダイヤルアップ方式と双方向通信に比べ、通信コストが圧倒的に安価
 - 通信手段が豊富(携帯電話、衛星携帯電話、無線LAN

等が選択可能)

(4) 広がる将来展望

- 放送網による補正データ通信に対応可能(地デジ・準天頂衛星)
- 高速移動体対応など新しい利用への広がり

3. 適用事例

3.1 公共測量事例

豊中市では2004年12月に“豊中市FKP測量作業マニュアル(案)”を、阪南市においても2005年1月に“阪南市FKP測量作業マニュアル(案)”を国土地理院に提出し、公共測量による実用的な“FKP測量”を実施している。FKP方式の特長である電子基準点網からの“直接観測”のメリットをFKP基準点測量、FKP-TS点測量で活用している。ここでいうTSとは従来の光学機器トータルステーションの略称であり、TS測量は見通しが良く測点同士において、相対的な距離と方向角をいつでも求めることができるが、座標(緯度・経度・標高等)既知点から測量を開始する必要がある。FKP方式によって座標既知点を設置する測量をFKP-TS点測量という。

阪南市におけるFKP基準点測量の事例を図1に示し、豊中市におけるFKP-TS点測量の事例を図2に示すが、両事例とも公共測量実施計画書を国土地理院長に提出し承認・助言を得た上で測量を実施していること、測位精度が規定値内に収まっていることが分かる。

こういった事例の積み重ねによって、阪南市・豊中市のみならず、公共測量作業規程第16条に対応して、複数の自治体でFKP方式が採用されつつある。

3.2 除雪支援システムへの適用

これは、立山黒部アルペンルートの雪に覆われて路面の見えない山岳道路(積雪高さは最大20m程度)において、除雪車に搭載したPAS除雪支援システムのリアルタイム位置表示(除雪車と規定掘削線)等によって、迅速・正確・安全な除雪作業を支援するシステムである。

このシステムは2006年3月から本格的な実運用を開始しているが、開発検証時において、水平方向数cm、垂直方向10cm程度の測定精度が得られている。

除雪支援システムの概略構成を図3に示すが、このシステム導入前に採用されていたRTK-GPS測位のように固定局を数kmおきに複数設置する必要がなく、移動局(ここでは“除雪車”に該当)のみにGPS受信機を設置するだけで容易に運用できるため、手間とコストを大幅に削減でき、除雪作業の効率向上に大きく貢献している。また、迅速・正確・安全な除雪作業にはシステムの使いやすさが不可欠であり、図4に示すモニタ画面例のとおり、設計時に除雪オペレータの意見を十分に反映した。

4. む す び

FKP方式を採用したPASの特長並びに、cm級の測位精度を実現する公共測量や除雪支援システムへの適用事例について述べたが、「地理空間情報活用推進基本法」が制定さ

れ、「地図の統合化」に向けた市場の動きが加速することが予測される。

今後PASは、単一的な測量手段のみならず、法整備の進展と共に要求される高精度地図の作成手段など、LBSの基幹システムとしての重要性が一段と高まっていく。具体

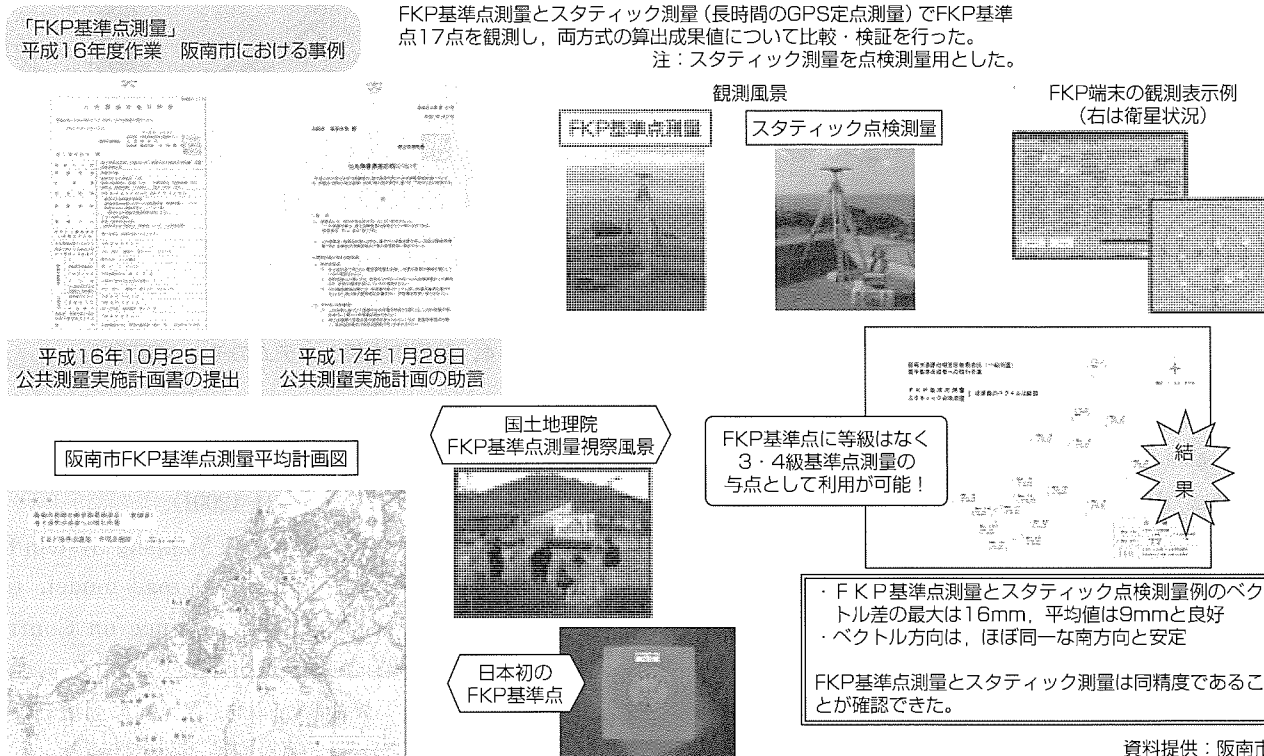


図1. 阪南市におけるFKP基準点測量の事例

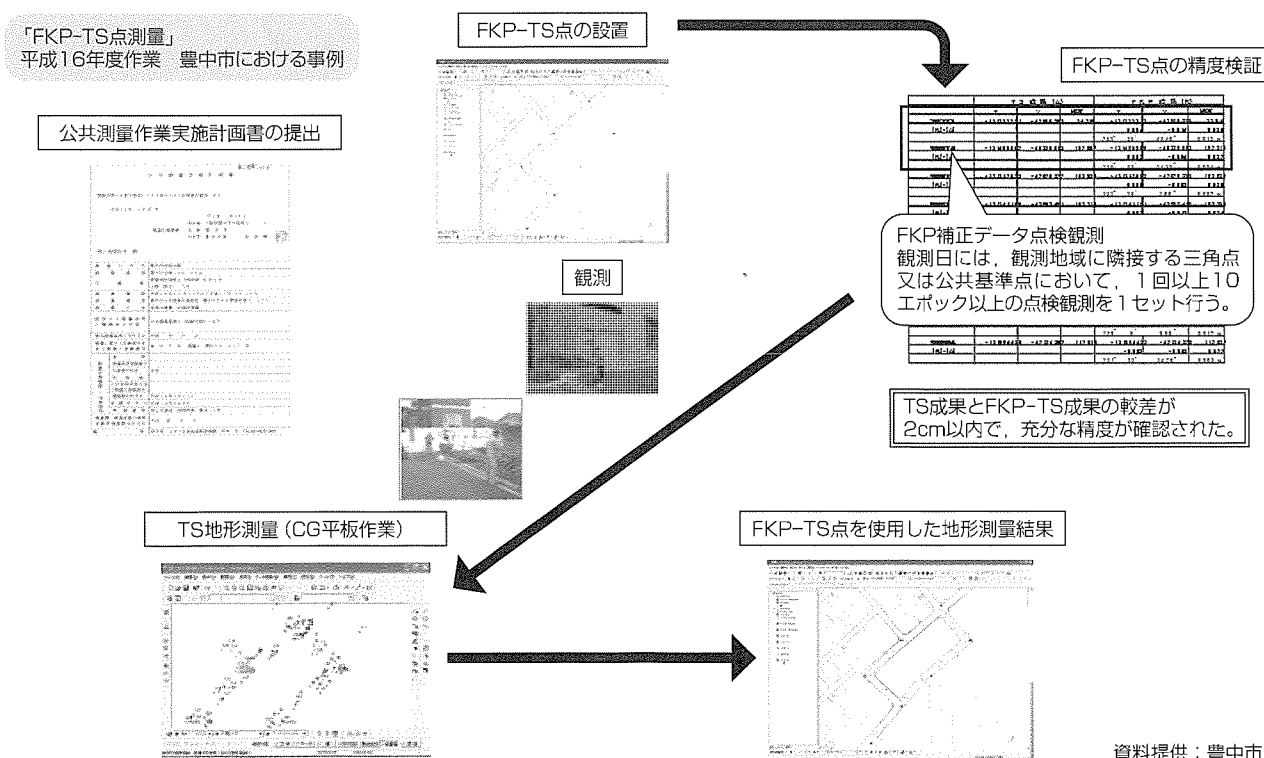


図2. 豊中市におけるFKP-TS点測量の事例

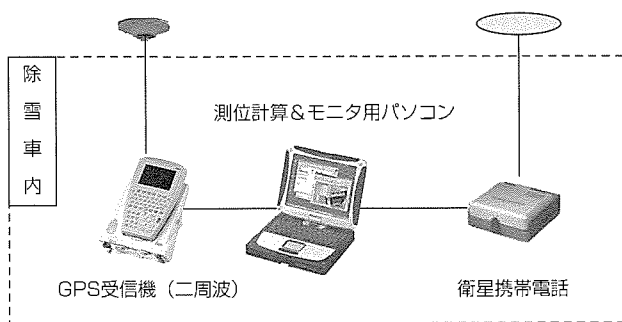


図3. 除雪車支援システムの概略構成

的には、GPSとINSを複合させ、移動体で25cm級高精度測位を誇るMMSを用いた道路測量分野、これらと航空測量を組み合わせた三次元地図作成、防災シミュレーション分野等、PASの適用範囲は飛躍的な広がりが期待される⁽⁵⁾⁽⁶⁾。

参考文献

- (1) Gerhard Wuebenna, et al.: RTK-Networks based on Geo++ GNSMART-Concepts, Implementation, Results, the ION 2001 International technical meeting, 368~378 (2001)
- (2) 白井澄夫: 国土位置情報サービスPASにおける精度検証, 日本航海学会2003年度秋季研究会GPS研究会 (2003)
- (3) 平野 剛, ほか: 高精度GPS測位サービス“PAS”, 三菱電機技報, 79, No.8, 509~512 (2005)
- (4) 齋藤雅行, ほか: VRS/FKP方式によるリアルタイム

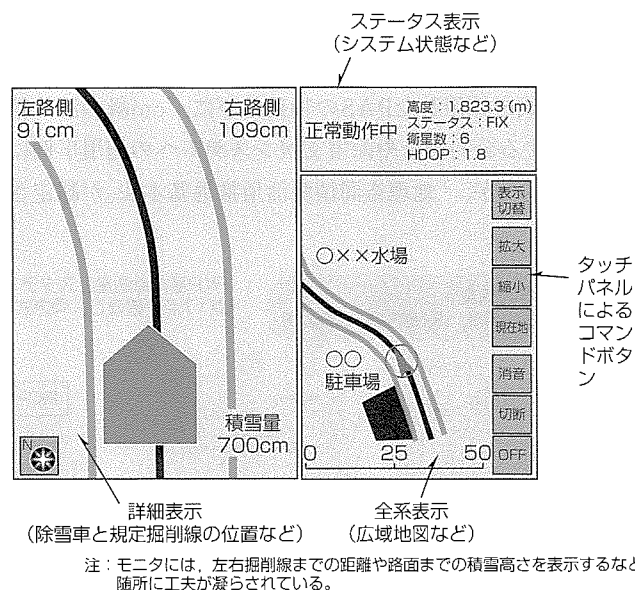


図4. 除雪車支援システムのモニタ画面例

GPS測位の評価, 日本航海学会 GPS研究会主催 GPSシンポジウム2001, 115~124 (2001)

- (5) Ishikawa, K., et al.: A Mobile Mapping System for road data capture based on 3D road model, the 2006 IEEE International Conference on Control Applications, 638~643 (2006)
- (6) 西川啓一, ほか: ダム管理向け3次元地形測量と表示手法の研究, 土木学会, 第31回情報利用技術シンポジウムプログラム, セッション-1 (2006)

高精度GPS受信機“AQLOC”を用いた 車両位置管理システム

雲井一成*

Automatic Vehicle Monitoring System Assisted by Highly Accurate GPS Receiver “AQLOC”

Kazunari Kumoi

要旨

時空間情報の重要性が高まる昨今、その情報を管理するツールの一つである車両位置管理システムの需要が増加する傾向にある。

ナビゲーション用センサであったGPS(Global Positioning System)が、業務支援用システムの一構成要素へと位置付けられることになり、従来よりもさらに高度な機能と性能が必要になった。

そこで三菱電機は、業務システムへの適用を前提とした高精度GPS受信機“AQLOC^(注1)”を開発した。

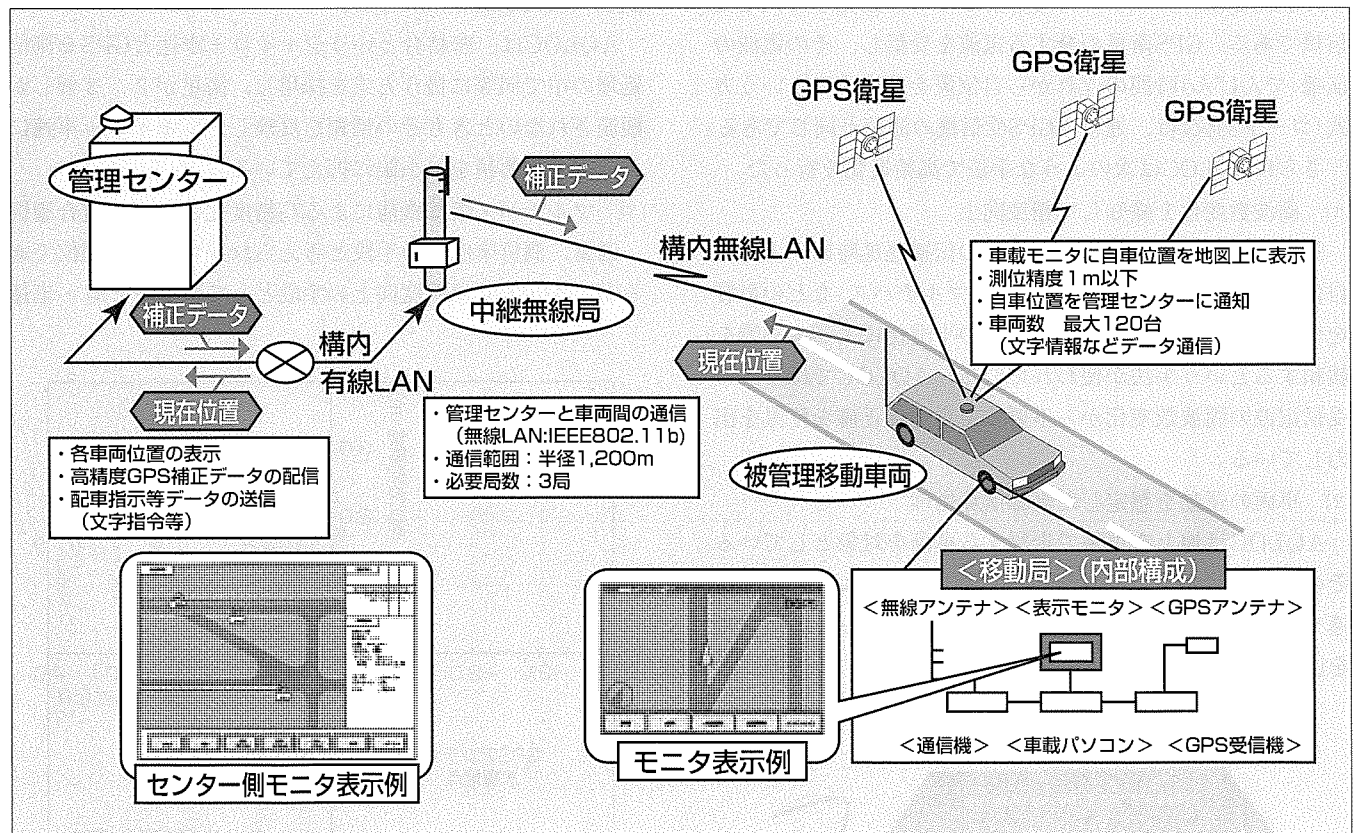
“AQLOC”は測位精度1m以下という高精度だけでなく、
(注1) AQLOCは、三菱電機株の登録商標である。

GPSの欠点である可用性(測位率)の課題を解決するために、慣性測位を組み合わせてその欠点を克服している。

GPS受信機単体での出荷を開始すると同時に、AQLOCを組み込んだシステムの供給も開始した。

AQLOCの高精度・高可用性という特長を生かし、従来では実現できなかった用途へ展開されてきている。この車両位置管理システムはすでに業務運用が開始されており、単に車両位置を表示するだけでなく、いろいろな用途への発展を考えている。

測位ニーズはさらに高まる傾向にあり、その要求にこたえるために技術革新を継続していく。



車両位置管理システムの全体構成

車両位置管理装置は図のように、センター側機器と車両側機器、両者の通信を中継ぎする中継無線局で構成している。センターでは、高精度GPSに欠かせない補正データの生成も行っている。

1. ま え が き

進化と変化の速度がさらに急加速している昨今、人と物の位置時間情報、すなわち何が(誰が)いつどこにいるか(いたか)の管理が重要な課題となっている。

正確な時間に加え、インターネットや携帯電話で通信環境が整った今、位置情報が課題となって浮上してきた。

位置を変える移動体や人物、その位置を知るための測位技術が重要になり、当社では移動体の測位手段として高精度なGPSセンサを開発した。

2. 高性能GPS受信機“AQLOC”

GPS測位(位置計測)はカーナビゲーションの重要な要素技術であるが、車両移動というタスクの中では運転作業の補助手段でしかない。しかし、後述のようなシステムでは一構成品となり、性能が重要なものとなる。

とりわけ、測位精度(計測された位置と実際の位置の差)と測位率(全計測時間の中で結果が得られた時間の割合)が大きな課題であったため、当社ではそこを強化したGPS受信機(製品名:移動体用AQLOC)を開発した(図1)。

次に移動体用AQLOCの特長とその開発のポイントを述べる。

2.1 移動体向け専用測位アルゴリズム

AQLOCは、システムに対応するために開発したGPS受信機である。GPS衛星の発する電波を受信し、その電波の伝播(でんぱん)時間の遅れから自位置を算出するという方式(コード測位)は、通常のGPS受信機の測位と同じである。

さらにAQLOCは次のような手法で高精度化を行った。

(1) 周波数変化を検知して精度向上

通常のGPS測位は受信した電波の伝播遅延時間によって自位置を求め、それだけでは反射(マルチパス)などの影響を受けやすいため、通常位相変化の平滑化によって影響を緩和するという手法が使われている。AQLOCではさらに受信電波の周波数変化から不要波を棄却し正確な位置を出力している。

(2) 車両の運動を想定した棄却演算処理

AQLOCは地上を車輪で走行する車両を対象としている。その条件を生かし、車輪走行では発生し得ない動き(急加速や急旋回など)を示した衛星の信号を棄却し、高精度化を図った。

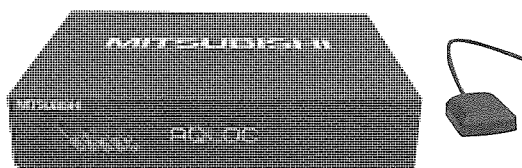


図1. 移動体用高精度GPS受信機“AQLOC”

(3) Differential-GPSによる補強測位

GPSコード測位の精度を劣化させる要因には、上記マルチパスのほか、衛星の電波が上空の対流圏や電離層を通過する際に発生する遅延の影響がある。この遅延を抑制するため、基準点で測定した遅延量を元に補正計算し正確な位置を算出(Differential-GPS)している(図2)。

2.2 高可用性ジャイロハイブリッド測位

AQLOCのジャイロ搭載モデルは、標準AQLOCの高精度をさらに進化させ、ジャイロと車速信号を複合させて測位率(可用性)を向上させ、さらに複合処理を高精度化にも活用したハイブリッド型GPS受信機である。

(1) 高精度GPS+車速・ジャイロによる複合測位

高精度を特長とするAQLOCのGPS処理であるが、GPSであるため衛星電波の受信困難な場所においては測位結果を得られない。そこでジャイロと車速での移動量計算によって次の位置を推測し測位率100%の高可用性を実現している。

(2) 密結合による精度劣化抑制

GPSとジャイロ・車速を組み合わせたものはAQLOC以外にも存在するが、その多くがGPS単独で測位処理した結果をジャイロ・車速に組み合わせるという方式である。ジャイロと車速による測位は時間とともに誤差が増加するので、受信できるGPS衛星が少ない状態が継続したときには誤差の拡大が避けられない。

AQLOCは、密結合というジャイロ+車速とGPSを測位処理の中で同等に扱う方式を採用し、衛星が2、3個しか観測されないときもその情報を反映し、ジャイロ+車速による誤差の蓄積を最小限に抑えている。

(3) マルチパス棄却機能による高精度化のための複合測位

通常、測位率向上の手段と考えられがちな複合測位であるが、AQLOCは精度向上の手段としてもジャイロ・車速

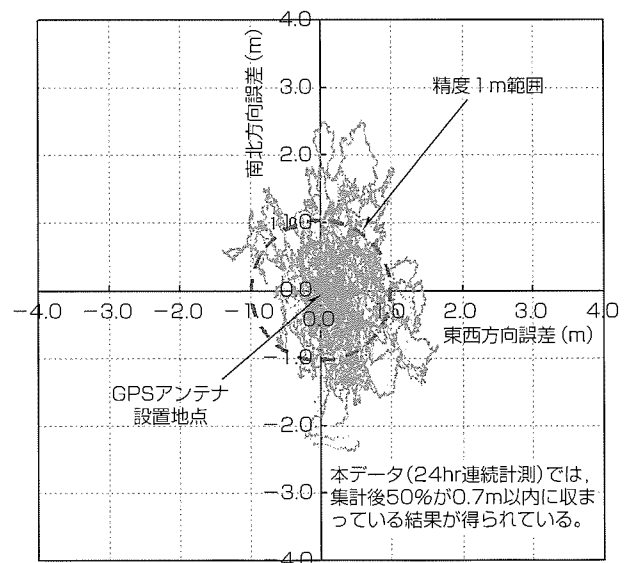


図2. AQLOC静止状態測位結果

の情報を活用している。GPS信号の変化量と慣性測位による移動量を比較・選別することでGPS不要波を排除し高精度化を行っている(図3)。

3. システム例

高精度GPS受信機(AQLOC)の高精度を活用することによって、従来実現できなかった高度な車両位置管理が可能となる。本章では、空港内車両位置情報システムほか、AQLOCの活用によって実現できたいくつかのシステムについてその概要を述べる。

3.1 空港内車両位置情報システム

高精度GPSに必要なDifferential-GPS(2.1節の(3)参照)の基準点を空港内に設置し、無線通信で中央管制室と各車両を接続する。各車両内で自車位置をディスプレイ上に表示し、管制室内で全車両(または選択した一部の車両)の位置をモニタする。

(1) 高精度自車位置表示

車内に設置したLCD(Liquid Crystal Display)に空港の電子地図とAQLOCで測位した自車位置を表示する。マップマッチングなどを行わない生の位置を表示するので、道路の左右どちらに寄っているか、地上に設置された目標物(誘導灯、照明柱など)とどの程度離れているかを認識する(図4)。

高精度の実現で、濃霧や豪雨など視界がよくないときでも、着陸した航空機を安全に駐機場まで案内できるほか、故障した誘導灯の容易な判別、路面亀裂か所の正確な伝達が可能となる。故障修理時間を最短に抑え、天候の影響を

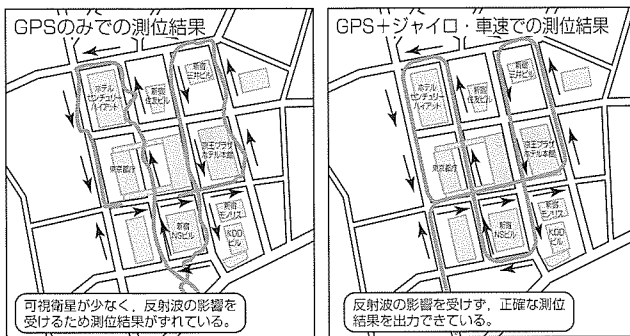


図3. AQLOC市街地走行時測位結果

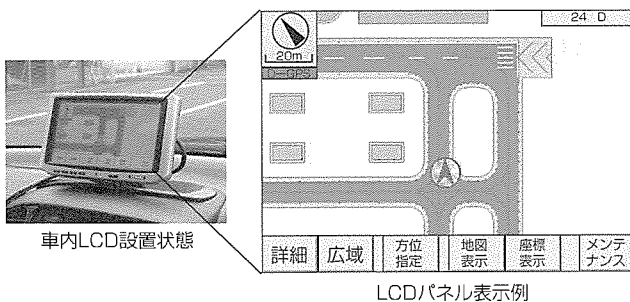


図4. 高精度自車位置表示例

最小限に抑える安定した空港の実現に貢献している。

(2) 高精度車両位置モニタ

各車両に搭載したAQLOCの出力を無線通信で中央に集め、空港電子地図上にそれぞれの位置を表示する。現在の位置を表示する機能のほかに、過去の履歴を表示することも可能である。

各車両の正確な配置を認識できるので、緊急を要する共同作業を行うとき、作業方法の綿密な指示を可能とし、走行履歴から路面除雪の作業未/済の判別、地上設置物の整備点検履歴の確認を可能としている(図5)。

このシステムは、すでに国内の一部の空港において実際に運用されている。

3.2 高精度除雪車両誘導

自車の位置を正確に伝える装置で、上記と同じくLCD上に正確な位置を表示するものである。対象となる範囲が広域に及ぶため、Differential-GPSの補正データは公共のサービス(当社提供サービス“PAS(Positioning Augmentation Services)”等)を利用する。

温暖な季節に計測して作成した電子地図上に、高精度GPSの自車位置測位結果を表示する。

積雪が数m以上あるときにも除雪すべき道路がどこにあるか正確に分かり、むだな作業を排除できるほか、雪面下のマンホールや歩道などの地上の突起物の有無を認識できるので、設置物や車両の破損を避けることを可能としている。

3.3 自律走行車両

自律走行車両は、目的地や通過すべきポイントをあらかじめ設定しておくことで、独自に経路を選択し走行する車両である。高精度GPSの測位結果を参照しながら次の移動方向を決定するので、地上にレールやマーカなどのトレースするものを不要とする。走行するコースの再設定を自律的に行えるので、予期せぬ障害物を発見し回避行動をとったあとの経路への復帰も可能となる。

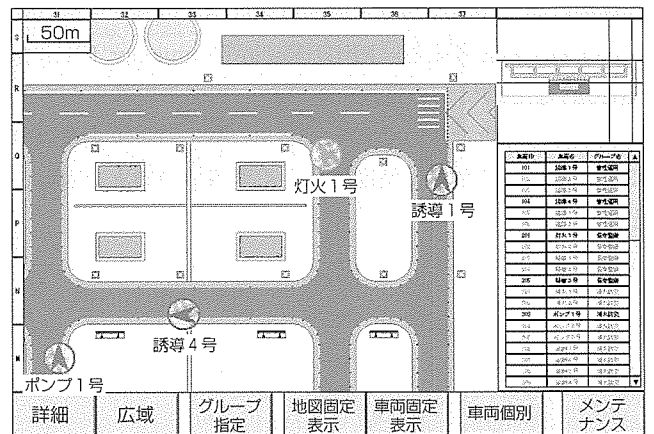


図5. 高精度車両位置モニタ表示例

工場間の資材運搬の自動化への適用，場内警備監視の半自動化への適用が期待されている(図6)。

4. 高品位測位技術への取組み

上記のように，高品位な測位結果の実現は，これまでは不可能だった新たな用途を可能としていくことにつながる。さらなる社会への貢献を目指し，次のような技術開発に取り組んでいる。

4.1 干渉測位による高精度化

現在のAQLOCは，トランスロケーション方式と呼ばれるコード測位を擬似距離補正するという方法で高精度化を行ってきた。AQLOCの次のモデルでは，干渉測位方式と呼ばれる，通常は静的測位に用いられる方法の移動体への適用を図る。各衛星との距離から自車位置を算出するのではなく，衛星の信号を用いて最寄の基準点との距離と方向を求めて自己位置を算出する方式である。干渉測位は精度を向上できる反面，測位率が低下する傾向があるので，移動体での使用を考えた場合は複合測位による補完が不可欠になると考えられる。

4.2 測位補強方式の拡大

AQLOCの高精度化手段であるDifferential-GPS方式は，電子基準点で測定したデータを基に生成した補正データを使って実現している方式である。基準点での補正データそのままでは，基準点から離れるとともに精度が低下する傾向にあるため，基準点からの距離に比例した補正量の変化率で距離の影響を補う処理を施している。

今後はさらにそれを高度化して，距離に対する変化率でなく，各場所に応じた補正量を算出する方式を開発していく。

4.3 可用性を高める取組み

2.2節で可用性向上手段としてAQLOCがジャイロハイブリッド測位を行っていることを述べた。ジャイロ複合は推測測位であるため，時間とともに劣化するというのも前記のとおりである。そこで，GPSが受信できず絶対測位ができないときに精度劣化を抑制する手段を開発していく。具体的には，GPS，ジャイロ+車速以外のセンサをさらに併用することを考える。RFID(Radio Frequency Identification)などのほかの電波センサや，周囲の映像などもその候補と考えられる。それら，第3，第4の手段を複合することによってさらに精度劣化なく可用性の向上を図ることとする。

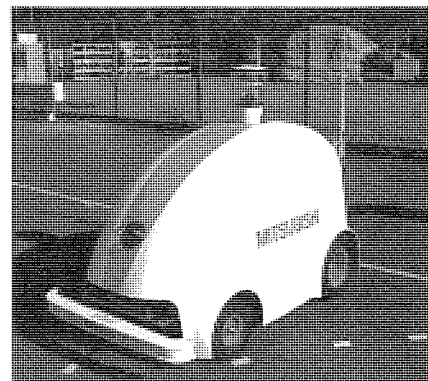


図6. 自立走行車両

上記は当社で取り組んでいる開発の一例であり，幅広い展開先を求め，多方面からの開発アプローチを行っていることを付け加えておく。

5. むすび

GPSに代表される衛星測位システム(GNSS)は，世界的にその拡充が計画されている。米国が現GPSシステムの近代化を計画，欧州が独自のGNSSを計画しているほか，ロシアが独自システムの再整備を計画している。

日本も独自の測位衛星の打ち上げを計画しており，測位補完・測位補強の機能搭載が計画されている。

測位衛星整備の進行によって，観測できる衛星の数は飛躍的に向上することになり，測位精度・測位率の大幅な向上が期待される。同時に測位システムの整備計画の中には送信電波の周波数が追加されることも計画されており，干渉測位の測位時間短縮，単独測位精度の向上など更なる充実が期待される。

このように整備・充実されていく衛星測位の分野である。受信機のみならず測位衛星までを手がける当社にとって，国内の測位リーディングカンパニーとなりさらに技術開発及び製品開発を加速していくことは，課せられた重要な責務であると考えている。

参考文献

- (1) 平野 剛，ほか：高精度GPS測位サービス“PAS”，三菱電機技報，79，No.8，509～512 (2005)
- (2) GPSを用いた屋外自律走行車両システム，三菱電機技報，79，No.1，14 (2005)，移動体用及びPDA用高精度GPS受信機，三菱電機技報，79，No.1，15 (2005)

モバイルマッピングシステム

吉田光伸* 川瀬俊樹*
 角谷卓磨* 瀧口純一**
 石原隆一*

Mobile Mapping System

Mitsunobu Yoshida, Takuma Kadoya, Ryuichi Ishihara, Toshiki Kawase, Junichi Takiguchi

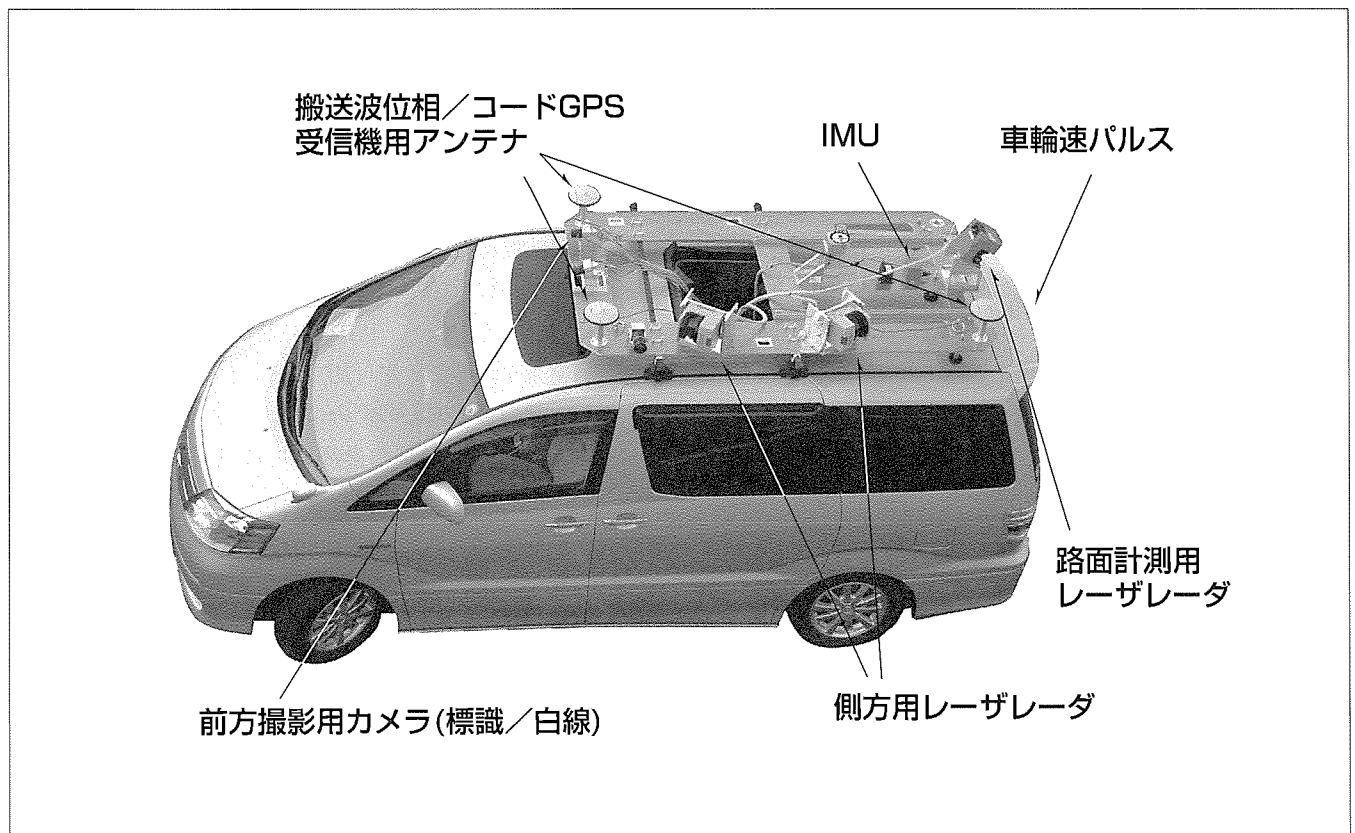
要旨

近年、カーナビゲーションシステムの著しい普及や、地理空間情報活用推進基本法の整備に見られるように、GIS (Geographic Information System) と GPS (Global Positioning System) を組み合わせた高精度な三次元地図への需要が急速に高まってきている。

三菱電機ではこのようなニーズに対し、高精度測位技術とマルチカメラ/レーザレーダの画像処理技術を融合した、絶対精度25cmの画像テクスチャ付き三次元地図データ自動取得システム“モバイルマッピングシステム (Mobile Mapping System : MMS)”を開発した。

本機は高精度GPSと慣性センサを用いて、自車両の位置と姿勢を精度よく標定することができる。また、数台のカメラとレーザレーダを用いて、車両周囲の建物や道路の形状・画像を高精度に取得する。これらのデータを後処理することで道路形状、白線、地物マーカー、標識等の自動認識を行い、高精度な三次元モデルを生成することが可能である。

本機を用いることで今後の地図高精度化の要求の高い道路計測、カーナビゲーション用地図などに向けた高精度三次元地図の作成の簡易化への需要対応を図る。



モバイルマッピングシステム(MMS)の構成

MMSではIMU (慣性計測装置)、車輪速パルス、及び1台の搬送波位相GPS受信機と2台のコードGPS受信機を用いて、絶対精度25cmで車両位置を計測可能である。

1. ま え が き

近年、カーナビゲーションの普及による地図高度化の要請、工事管理、道路管理など公共設備管理のための高精度三次元地図の要請など、官民ともに精度の高い三次元地図を要望する声は高い。一方、高精度な道路地図を作成するには莫大(ばくだい)なコストが必要といわれ、整備の障壁となっている。本稿で述べる三菱モバイルマッピングシステム(MMS)は、道路を走行することで高精度な三次元地図を作成するためのデータを効率よく収集するためのシステムである。

2. システムの概要

MMSは、高精度測位技術とマルチカメラ/レーザレーダの画像処理技術を融合した、絶対精度25cmの道路上地物データ及び建物の三次元地図データ自動取得システムである。GPS/IMU(慣性計測装置)による高精度位置/姿勢情報から高精度の三次元地図の作成が可能であり、また、標識、白線、路面文字を認識し、地図上へ自動的に反映することができる。

このシステムは、図1に示すように車両の天板上に搭載されるIMU、車輪速パルス、搬送波位相GPS受信機1台、コードGPS受信機2台、前方撮影用カメラ、及び路面計測用レーザレーダ、側方用レーザレーダ2台、車両室内に搭載されるこれらのセンサデータをロギングする車載パソコン、ロギングデータを後処理する後処理パソコンから構成される。ブロック図を図2に示す。

このシステムは、次のような機能を持っている。

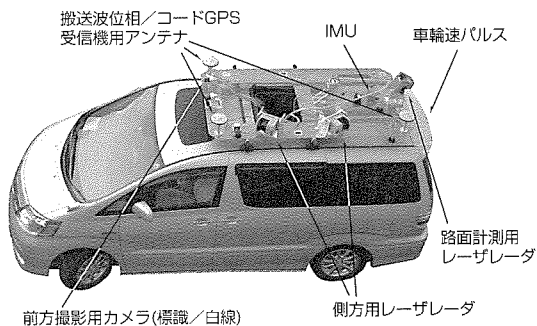


図1. MMSの構成

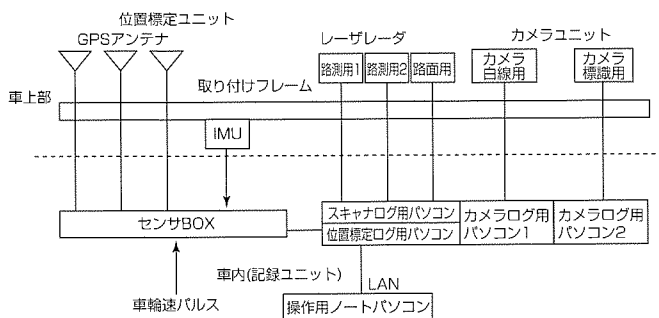


図2. MMSのブロック図

(1) GPS複合による車両位置及び姿勢計測

GPS/IMU複合によるcm級の高精度車両位置・姿勢計測

(2) 道路中央線/側線/道路上シンボル計測

- ・カメラ画像から車道中央線及び車道外側線を認識し、その位置情報を取得
- ・カメラ画像から停止線、制限速度表示、矢印、横断歩道、横断歩道予告等の道路上シンボルの検出・認識を行い、その位置情報を取得

(3) 前方画像と道路標識計測

前方カメラ画像から道路標識を認識し、その種別、位置情報を取得

(4) 道路形状計測

- ・レーザレーダを用いて道路形状を取得し、道路3Dモデル(ポイントクラウド)を作成
- ・得られた道路3Dモデルから縁石を自動抽出

(5) 建物形状(側方画像)計測/テクスチャマッピング

- ・レーザレーダを用いて得られる道路周辺の建物のポイントクラウドから面抽出を行い、半自動でポリゴン化
- ・魚眼カメラを用いてカラー画像テクスチャを取得し、ポリゴンに対して半自動でテクスチャマッピング

3. 自己位置・方位標定技術

このシステムでは、当社の高精度GPS測位サービスPAS (Positioning Augmentation Services)を用いて、搬送波位相GPS受信機の受信データをPASセンタで後処理することでGPS衛星が十分良好に観測できる環境下では、水平方向誤差約2cm、高さ方向誤差約4cmで自己位置計測が可能である。また、IMUとの複合航法アルゴリズムによってGPS非受信時でも位置精度をある程度保つことができる。この自己位置標定方式による計測結果を図3に示す。

図3のように、GPSだけでは濃い点で示した測位結果しか得られないが、GPS/IMU複合航法によって全走行経路の測位結果を得ることが可能である。

また、計測精度向上のためには、カメラ及びレーザレーダセンサヘッドの姿勢角を高精度に取得する必要がある。そこで、このシステムにおいては、3台のGPSとIMUを複合した姿勢標定用航法フィルタの開発を行った。方位0.05

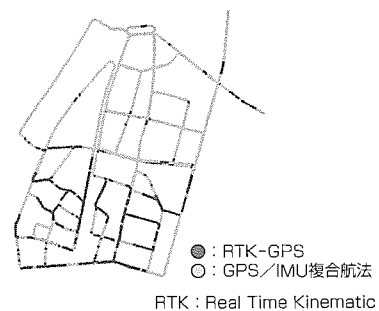


図3. GPS/IMU複合による自己位置標定結果

(deg) (1σ), ピッチ角 $0.1(\text{deg})$ (1σ)及びロール角においても $0.2(\text{deg})$ (1σ)で姿勢標定が可能である。

4. 画像・レーザ複合処理技術

このシステムでは、車両に搭載されたレーザレーダによって道路形状を取得していることと、GPS/IMU複合による高精度な姿勢情報から、カメラをほぼ水平に設置したような場合においても後処理において高精度に白線の位置を計測することが可能である。このシステムの白線検知及び路面表示の検出結果例を図4に示す。

この手法では、まずGPS/IMU複合による位置姿勢情報とレーザレーダから復元された道路の点群モデルを作成する。また、復元されたモデルを搭載したカメラの撮影画角に投影し、画像と道路点群モデルを重ね合わせることによって道路形状をより正確に復元できる。復元されたモデルと画像の重ね合わせ例を図5に示す。図からも分かるように歩道と道路の段差(縁石部)がはっきりと識別できる。

同様に側方に設置したレーザデータでの計測例を図6に示す。前後方向に2台のレーザレーダを搭載することによって一方のレーザレーダでは影になる部分を残りの1台で計測することが可能である(図の土嚢(どのお)部分参照)。

また、レーザ点群を三角ポリゴンによって面に復元し、その面上に画像によるテクスチャを張り付けることでよりリアリティのある三次元モデルを作成することが可能である(図7)。

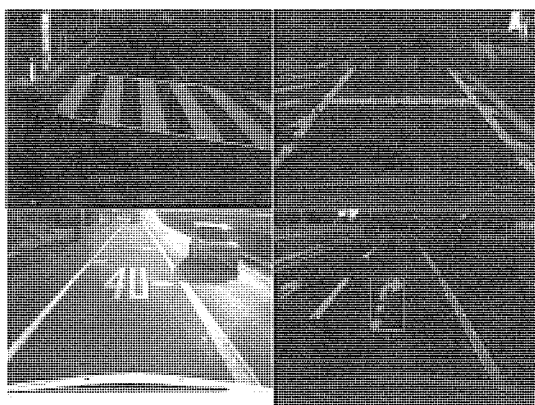


図4. 白線, 路面表示検出結果

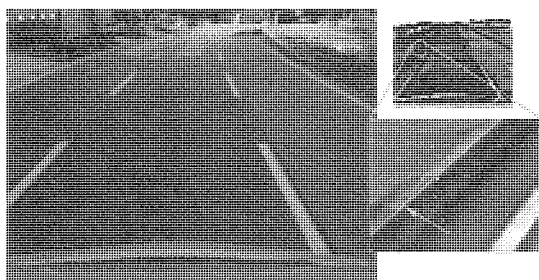


図5. レーザ点群モデル例

5. MMSの適用分野

MMSの適用分野としては、以下を想定している。

(1) ITS用高精度三次元データ

- ・道路の中心線, 側線を精度よく計測し, 車線ごとに線形化した後でデータベース化し, 高精度位置計測可能なカーナビゲーションとの組み合わせによって, きめの細かい車両誘導が可能となる。
- ・また, 車両制御に使用することで, 安全走行補助や, 燃費改善といった用途にも使用可能である。

(2) 道路・施設管理用地図(図8)

- ・1/500地図精度(25cm)の地図作成を支援することによって, より効率的に道路管理用の図面を作成する。
- ・また, 道路に埋設された上下水道管等を入力することで三次元での精度の高い施設管理が可能となる。

(3) 標識認識・管理

前方撮影用カメラによって道路標識等を認識し, その種別, 位置情報を取得することができる。

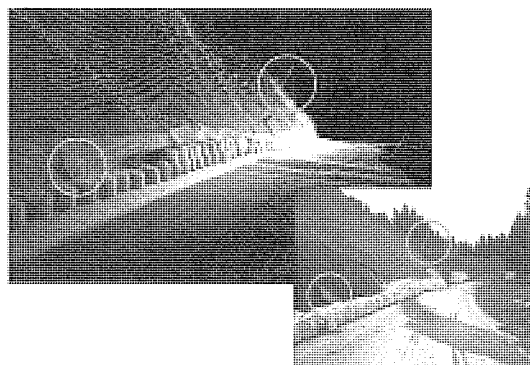


図6. 側方レーザレーダによる点群モデル例

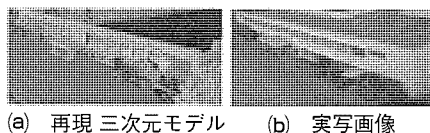


図7. 三次元テクスチャマッピング例

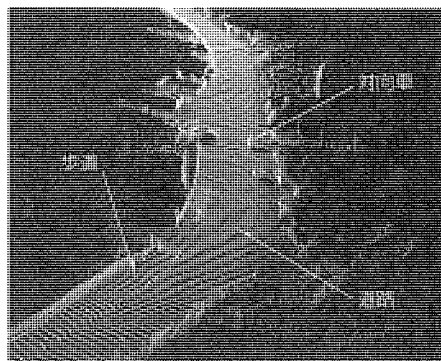


図8. 道路三次元計測例

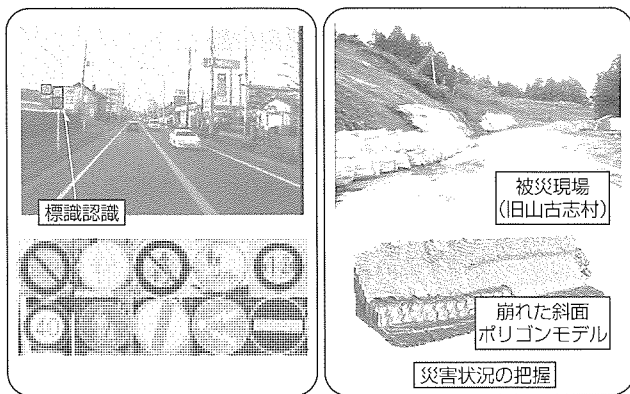


図9. 応用・適用例

(4) 災害時被害査定

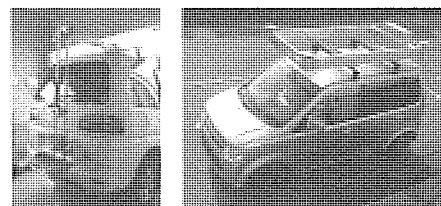
災害前後での道路周辺の形状を比較することで土砂崩れの現場における流出土砂量の自動計測などの被害査定を迅速にかつ安全に実施する。

図9に(3), (4)の応用・適用例を示す。

本稿で述べたMMSは、フル装備タイプのものであるが、自己位置標定機能のみに特化したタイプ、自己位置標定及び姿勢角計測に特化したタイプ等をバリエーションとして想定している(図10)。それぞれの用途は次のとおりである。

・自己位置標定機能タイプ

堤防高の計測や、航空測量によるレーザ測量データの補正などに使用する。



(a) 自己位置標定機能タイプ (b) 自己位置標定+姿勢角計測タイプ

図10. 各種MMS

・自己位置標定+姿勢角計測タイプ

カメラ等の他の計測機能と組み合わせて使用する。

6. む す び

MMSは、当社LBS(Location Based Services)のキーシステムとして開発を推進している。今後拡大すると予想される三次元高精度地図作成市場にいち早く対応するものである。このキーシステムを早期に製品化し、5章に示したような用途への展開を図っていく予定である。

また、MMSは、PASの活用、表示機能としてG-Viz(三次元空間計測・情報管理システム)の活用など、他のLBS製品とも密接にかかわっている。LBSのトータルソリューションビジネスのコア技術としてさらに計測機能の充実を図っていく予定である。なお、このMMSは、早稲田大学 理工学総合研究センター 橋詰 匠教授の協力を得て開発したものである。

マルチパス誤差低減アルゴリズム

永野隆文*
岩本貴司*

A Method for Multipath Mitigation of GPS Signals

Takafumi Nagano, Takashi Iwamoto

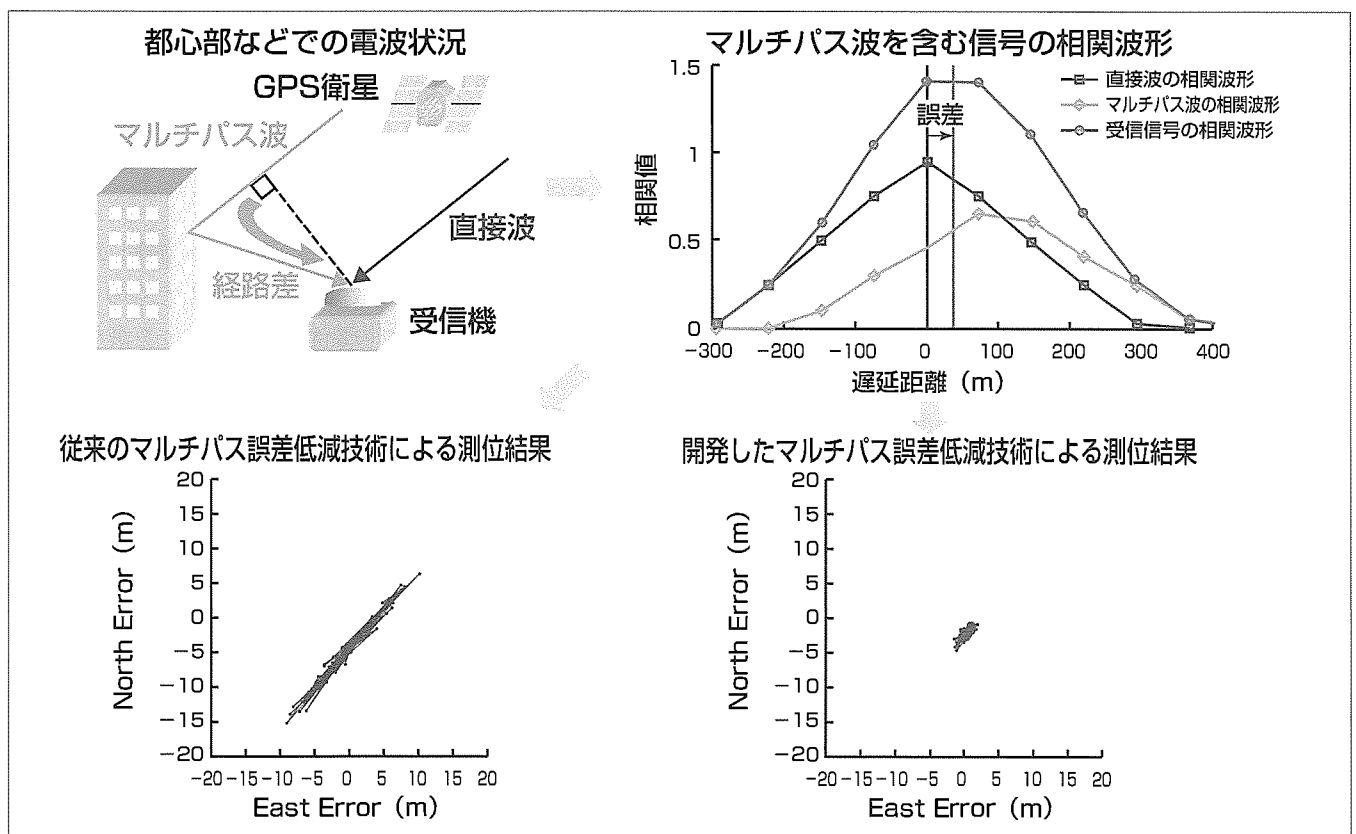
要旨

GPS(Global Positioning System)衛星を用いた測位の利用が急速に拡大している。携帯電話においては、緊急通報時に自身の位置情報を通知するサービスが2007年4月1日に開始された。一方、利用の拡大が進む中で、都心部などの厳しい電波環境での需要が高まっているが、マルチパス波の影響による測位誤差が問題となっている。

今回、複数(未知)のマルチパス波の影響を低減するアルゴリズムを開発した。開発方式では、到来信号のパラメータを周波数領域で最尤(さいゆう)推定し、情報量規準によ

って到来信号数を推定する。開発方式の推定精度を、不偏推定量の分散の下限であるCramer-Raoの下限から算出した推定誤差の下限と比較したところ、開発方式が推定精度限界に迫る精度を実現していることを確認した。実測データにおいても、計測条件と推定結果とから判断して、適切にマルチパス波を推定できていると考えられる結果を得た。

開発方式を利用することによって、マルチパス波が含まれる都市部などの厳しい電波環境においても、マルチパス誤差を低減することが可能となる。



マルチパス誤差の原因と開発技術によるマルチパス誤差低減効果

都市部ではビルなどによるマルチパス波が存在し(左上)、GPS衛星と受信機との距離の算出に利用する相関波形ピークに誤差が発生する(右上)。マルチパス誤差を低減する技術がない場合は、マルチパス誤差の影響によって測位結果が変動する(左下)。一方、開発方式では、マルチパス誤差の影響を低減することができる(右下)。

1. ま え が き

GPS衛星を用いた測位の利用が急速に拡大している。携帯電話においては、緊急通報時に自身の位置情報を通知するサービスが2007年4月1日に携帯電話キャリア3社で開始された。

現在の衛星測位システムによる測位精度は、上空の視界が十分に開けた場所であれば十分な精度が得られることも多いが、課題も残されている。利用の拡大が進む中で、都心部などの厳しい電波環境での需要が高まっているが、マルチパス波の影響が測位誤差の大きな要因となっていることもその一つである。

GPS受信機では、GPS衛星から送信された信号が受信機に到達するまでの時間から、衛星との距離情報を算出している。この距離情報には、主に受信機クロックの誤差に起因する誤差が含まれているため擬似距離と呼ばれる。別の経路を通ったマルチパス波が存在する場合、電波の干渉が発生し、擬似距離に誤差が生じてしまう。これがマルチパス誤差となる。

マルチパス波の影響を低減するため、これまで、Narrow Correlator⁽¹⁾やMultipath Mitigation Technology (MMT)⁽²⁾といった技術が開発されてきた。MMTは、直接波1波とマルチパス1波の信号モデルにおいて、信号モデルのパラメータを最尤推定することによって、従来困難であった遅延距離の短いマルチパス波の影響を低減できることで知られている。

しかしながら、実際の環境において、マルチパスの数は1波とは限らない。当研究所では、信号モデルのパラメータを周波数領域での最尤推定によって推定して計算量の低減を図るとともに、BIC (Bayesian Information Criterion)⁽³⁾によって到来信号数を推定するアルゴリズムを開発した。開発方式を利用することで、複数(未知)のマルチパス波が存在する場合においても、マルチパス波の影響を低減することが可能となる。

本稿では、まず2章でマルチパス誤差低減アルゴリズムについて述べ、3章でその推定精度を評価する。4章では実測データでのマルチパスの推定結果を示す。

2. マルチパス推定方式

2.1 信号モデル

サンプリング間隔 T でサンプリングされたGPS信号のベースバンド信号を次式で表す。

$$s(j) = \sum_{p=1}^P \alpha_p e^{i\theta_p} m(jT - \tau_p) \dots\dots\dots(1)$$

ここで、 $m(t)$ は信号帯域幅に合わせて帯域制限されたC-Aコード、 P は到来信号数を表し、各到来信号の振幅を

a_p 、初期位相を θ_p 、コード遅延量を τ_p で表す。 i は虚数単位である。計算を容易にするため、実際には等価な次式を用いる。

$$s(j) = \sum_{p=1}^P (a_p + ib_p) m(jT - \tau_p) \dots\dots\dots(2)$$

a_p, b_p, τ_p のベクトル表示をそれぞれ $\mathbf{a}, \mathbf{b}, \boldsymbol{\tau}$ とする。観測信号は、ノイズ成分 $n(j)$ を含む次式で表される。

$$r(j) = \sum_{p=1}^P (a_p + ib_p) m(jT - \tau_p) + n(j) \dots\dots\dots(3)$$

2.2 最尤推定による信号パラメータ推定

到来信号数 P を既知とし、信号パラメータ $\mathbf{a}, \mathbf{b}, \boldsymbol{\tau}$ を推定することを考える。

時間領域信号を対象とした最尤推定では、式(4)を最小化する $\hat{\mathbf{a}}, \hat{\mathbf{b}}, \hat{\boldsymbol{\tau}}$ を求める。 \wedge は推定値を表すものとする。

$$\wedge = \sum_j |r(j) - s(j)|^2 \dots\dots\dots(4)$$

しかし、式(4)の最小化の際、コード遅延量 τ_p を ξT (ξ は整数)ではない値として、 $m(jT - \tau_p)$ を算出することは計算時間を要する。また、 τ_p を ξT として式(4)の最小化を行う場合、誤差が生じるとともに、各到来信号の τ_p の組み合わせを探索しようとするれば、到来信号数 P が大きくなると計算量が問題となる。 τ_p を ξT に丸めながら非線形最小化手法を用いようとしても、計算の不安定性を招く可能性がある。

そこで、開発方式では周波数領域で最尤推定を行う。式(2)を離散フーリエ変換すると次式となる。

$$S(\omega) = \sum_{p=1}^P (a_p + ib_p) M(\omega) e^{-i\omega\tau_p} \dots\dots\dots(5)$$

ここで、 $M(\omega)$ は $m(jT)$ を離散フーリエ変換したものである。観測信号 $r(j)$ を離散フーリエ変換したものを $R(\omega)$ とすると、周波数領域での最尤推定は、式(6)を最小とする $\hat{\mathbf{a}}, \hat{\mathbf{b}}, \hat{\boldsymbol{\tau}}$ を求めることになる。ここで、式(4)の最小化と式(6)の最小化は等価である。

$$\wedge' = \sum_{\omega} |R(\omega) - S(\omega)|^2 \dots\dots\dots(6)$$

式(6)を展開すると次式となる。

$$\begin{aligned} \wedge' = & \sum_{\omega} |R(\omega)|^2 + \sum_{p=1}^P (a_p^2 + b_p^2) \sum_{\omega} |M(\omega)|^2 \\ & - 2 \sum_{\omega} \text{Re}[R(\omega) M^*(\omega) \sum_{p=1}^P (a_p - ib_p) e^{i\omega\tau_p}] \dots\dots\dots(7) \end{aligned}$$

ここで、 $\text{Re}[\cdot]$ は \cdot の実部を、 $*$ は共役複素数を表す。

式(7)を a_k, b_k, τ_k で偏微分し0とした式から、それぞれ式(8)、(9)、(10)が導かれる。

$$\begin{aligned} a_k \sum_{\omega} |M(\omega)|^2 + \sum_{\omega} (|M(\omega)|^2 \\ \sum_{p \neq k} (a_p \cos(\omega(\tau_p - \tau_k)) + b_p \sin(\omega(\tau_p - \tau_k)))) \dots\dots\dots(8) \\ = \text{Re} \left[\sum_{\omega} R(\omega) M^*(\omega) e^{i\omega\tau_k} \right] \end{aligned}$$

$$b_k \sum_{\omega} |M(\omega)|^2 + \sum_{\omega} (|M(\omega)|^2 \sum_{p \neq k} (a_p \sin(\omega(\tau_p - \tau_k)) - b_p \cos(\omega(\tau_p - \tau_k)))) \dots\dots(9)$$

$$= \text{Im} \left[\sum_{\omega} R(\omega) M^*(\omega) e^{i\omega\tau_k} \right]$$

$$\sum_{\omega} \text{Im} [(a_k - ib_k) R(\omega) M^*(\omega) \omega e^{i\omega\tau_k}] - \sum_{\omega} (|M(\omega)|^2 \text{Im} [(a_k - ib_k) \omega \sum_{p \neq k} (a_p + ib_p) e^{-i\omega(\tau_p - \tau_k)}]) = 0 \dots\dots\dots(10)$$

ここで、 $\text{Im}[\cdot]$ は \cdot の虚部を表す。

式(6)を最小化するためには、式(8)、(9)、(10)を充たす $\hat{\mathbf{a}}$ 、 $\hat{\mathbf{b}}$ 、 $\hat{\tau}$ を求めれば良い。式(8)、(9)は、 \mathbf{a} 、 \mathbf{b} に関して線形の式となっているため、 τ の値が決まれば、連立一次方程式を解くことによって \mathbf{a} 、 \mathbf{b} を算出することができる。そこで、開発方式では、コード遅延量の推定値 $\hat{\tau}^{(n)}$ を定数として、式(8)、(9)によって \mathbf{a} 、 \mathbf{b} の推定値 $\hat{\mathbf{a}}^{(n)}$ 、 $\hat{\mathbf{b}}^{(n)}$ を求め、 $\hat{\mathbf{a}}^{(n)}$ 、 $\hat{\mathbf{b}}^{(n)}$ を定数としてコード遅延量の新たな推定値 $\hat{\tau}^{(n+1)}$ を算出するということを繰り返し、式(8)、(9)、(10)を充たす $\hat{\mathbf{a}}$ 、 $\hat{\mathbf{b}}$ 、 $\hat{\tau}$ を求める。コード遅延量の推定値 $\hat{\tau}^{(n+1)}$ の算出には、Newton法と同様の方法を用いる。こうすることで、マルチパスを高速かつ正確に推定することができる。

2.3 BICによる到来信号数の推定

前節では、到来信号数 P を既知とし、信号パラメータ \mathbf{a} 、 \mathbf{b} 、 τ を推定した。しかしながら、実際の環境においては、到来信号数も同時に推定する必要がある。開発方式では、BICによって到来信号数、すなわち信号モデルの推定を行う。

BICでは、次式を最小とするモデルを良いモデルとする。

$$BIC = -2 \log(L) + d \log(N) \dots\dots\dots(11)$$

ここで、 L は最大尤度(ゆうど)、 N は標本数、 d は独立変数の数を表す。式(3)で表される信号モデルでは次式となる。

$$BIC(P) = 2N(1 + \log(\pi\hat{\sigma}^2)) + 3P \log(N) \dots\dots\dots(12)$$

ここで、 $\hat{\sigma}^2$ は、最小化した式(6)の値を N の二乗で除算し、平方根を取ることによって算出される残差の標準偏差である。

実際の計算では、 $P=1, 2, \dots$ と最尤推定を繰り返し、 $BIC(P) < BIC(P+1)$ となる P を到来信号数としている。

3. マルチパス誤差低減アルゴリズムの精度評価

本章では、開発方式の推定精度を評価する。直接波のコード遅延推定量に対する推定誤差の下限を、不偏推定量の分散の下限であるCramer-Raoの下限から算出し、数値シミュレーションによって評価した開発方式の推定誤差と比較する。

直接波1波とマルチパス1波が含まれた信号を対象に、信号帯域を4.092MHz、直接波の信号強度を-129dBm、マルチパス波の信号強度を-135dBm、直接波とマルチパス波の相対位相を 0° 、信号積分時間を20ミリ秒とした場

合における、直接波のコード遅延推定量に対する推定誤差の下限と開発方式の数値シミュレーション結果を図1に示す。

図1の横軸は直接波に対するマルチパス波の相対遅延を表し、縦軸は直接波のコード遅延推定量に対する誤差をRMSE(二乗平均平方根誤差)として表している。2波の信号を1波の信号として推定した場合における推定誤差の下限を点破線で示し、2波の信号として推定した場合における推定誤差の下限を実線で示している。開発方式の誤差は、コード遅延推定量が最も小さな信号を直接波とみなし、相対遅延ごとに500回の試行によって算出した推定誤差を四角で表示している。

開発方式の推定誤差は、直接波に対するマルチパス波の相対遅延が小さく、2波の信号として推定するよりも1波の信号として推定した方が推定誤差が小さい場合には、1波として推定した場合の推定誤差の下限に迫り、直接波に対するマルチパス波の相対遅延が大きくなり、2波の信号として推定した方が推定誤差が小さい場合には、2波として推定した場合の推定誤差の下限に迫っている。これは、直接波に対するマルチパス波の相対遅延が小さく、2波として推定することが困難な場合には、BICによって到来信号数が1波として推定されていることによる。

4. 実測データにおける推定結果

本章では、GPS信号の実測データを対象に、開発方式によるマルチパスの推定結果を示す。実測データは、西側に高い建物がある建物屋上で、2006年8月4日18時52分に計測した。計測したデータの信号帯域は12MHz、サンプリング周波数は40MHzである。図2に計測時の衛星配置図を示す。

計測条件から西側建物の壁での反射波を含むと考えられる、21番衛星の信号を対象にマルチパスを推定した。図3に第1到来波と第2到来波のコード遅延推定量を、図4に

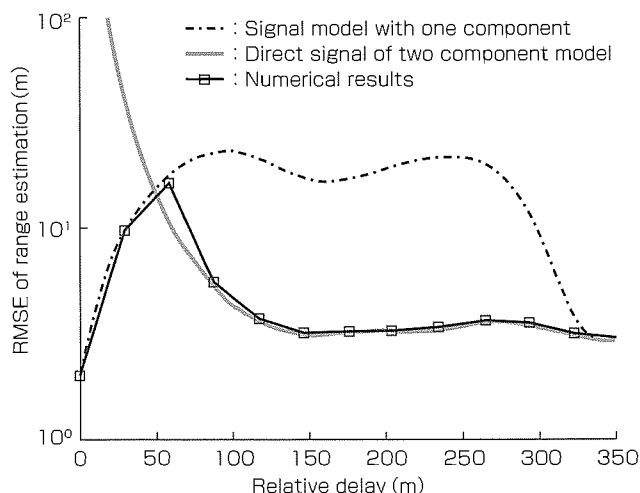


図1. 推定誤差の下限と開発方式の推定誤差

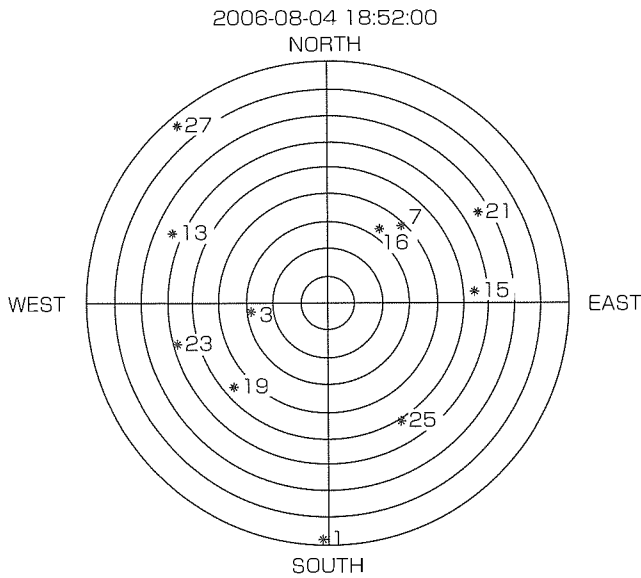


図 2. 衛星配置図

第 1 到来波と第 2 到来波の搬送波位相差推定量を示す。図 3 では、第 1 到来波のコード遅延推定量における 1 次成分は消去し、第 1 到来波の平均コード遅延量を 0 としている。およそ 50m 遅延した遅延波を識別できていることが分かるが、これは西側建物の壁での反射波と考えると妥当な値となっている。また、図 4 から、衛星の移動に伴い、第 1 到来波に対する第 2 到来波の相対遅延量が次第に変化していることも確認でき、開発方式によってマルチパスが適切に推定されていると考えられる。

5. む す び

本稿では、マルチパス推定方式として、最尤推定を周波数領域で行うことで計算量の低減を図るとともに、BICによって到来信号数を推定する方式について述べた。

開発方式の推定精度を数値シミュレーションによって評価し、Cramer-Rao の下限から算出した推定誤差の下限と比較したところ、推定精度限界に迫る精度を実現していることを確認した。また、実測データを対象にマルチパスの推定を試みたところ、計測条件と推定結果とから判断して、適切にマルチパスを推定できていると考えられる結果を得た。

開発方式を利用することで、マルチパス波が含まれる都市部などの厳しい電波環境においても、マルチパス誤差を低減することが可能となる。

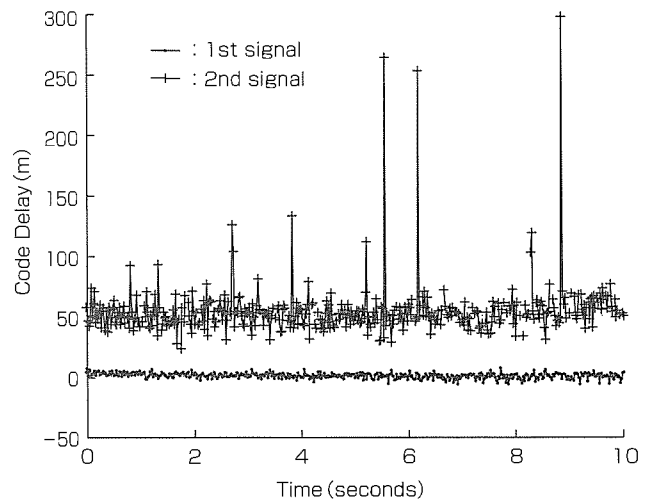


図 3. コード遅延推定量

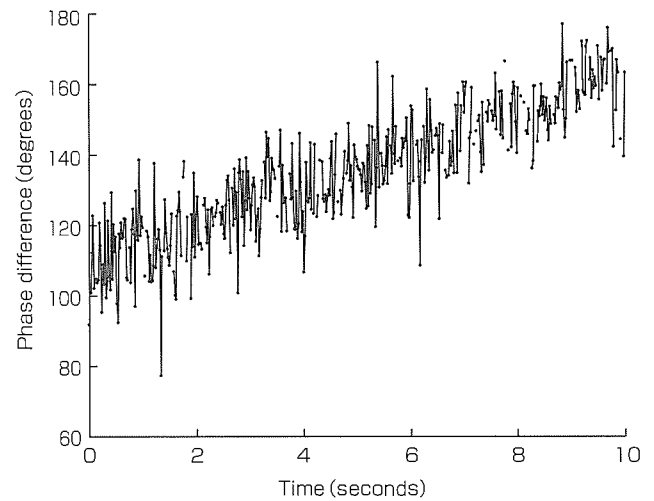


図 4. 第 1, 第 2 到来波の搬送波位相差推定量

参 考 文 献

- (1) Van Dierendonck, A. J., et al. : Theory and performance of narrow correlator spacing in a GPS receiver, *Navigation*, **39**, No.3, 265~283 (1992)
- (2) Weill, L. R. : How Good Can It Get with New Signals? Multipath Mitigation, *GPS World*, **14**, No.6, 106~113 (2003)
- (3) Schwarz, G. : Estimating the Dimension of a Model, *The Annals of Statistics*, **6**, No.2, 461~464 (1978)

干渉型合成開口レーダによる 三次元地図作成

岡田 祐* Ali Azarbayejani†
堀内健志** 岩間 清††
大石 昇***

3-Dimensional Map Reconstruction by Ku-Band Interferometric SAR

Yu Okada, Takeshi Horiuchi, Noboru Oishi, Ali Azarbayejani, Kiyoshi Iwama

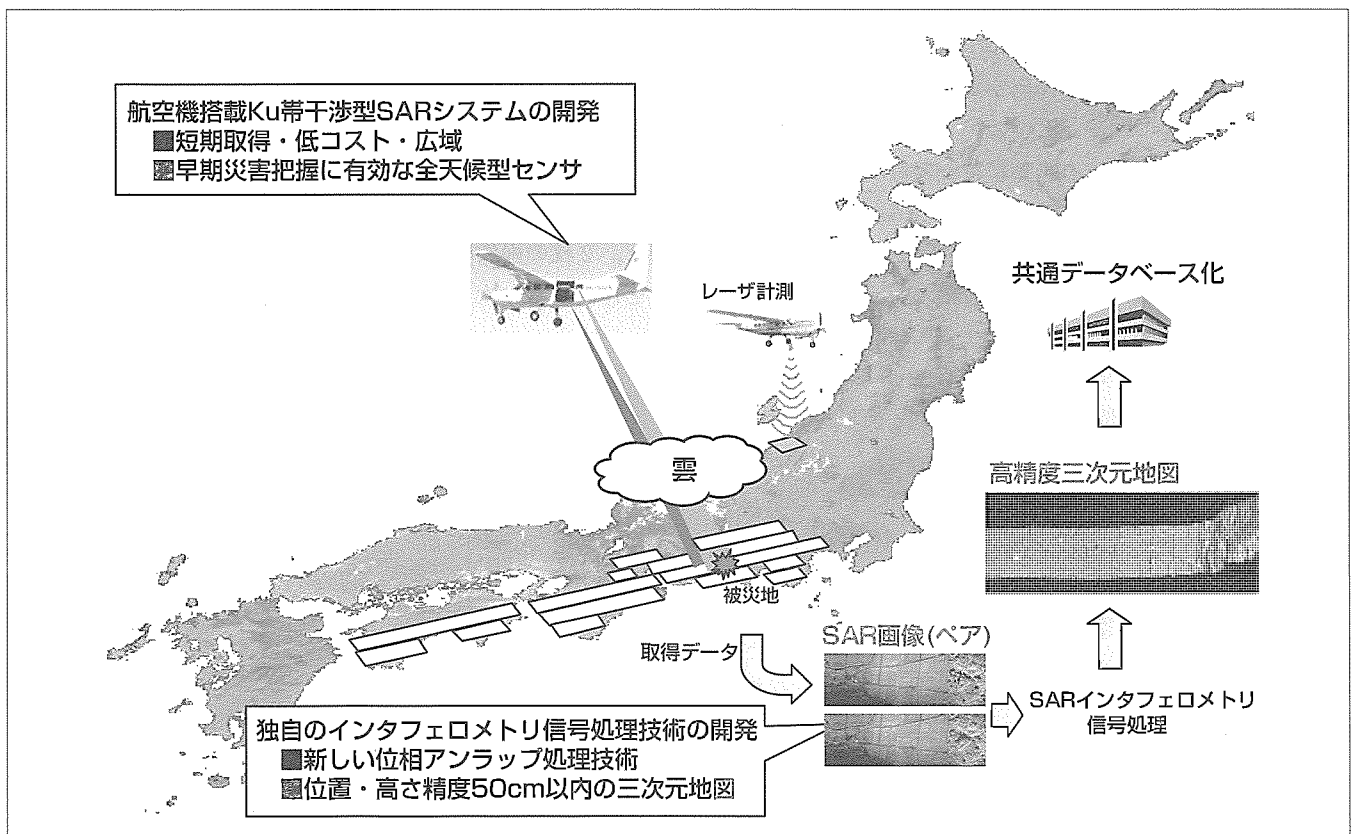
要 旨

近年、地震や津波などの災害が全国各地で発生しているため、その監視システムを構築して、災害発生時の危機管理を強化することが急務になっている。また、高精度の三次元地図を全国レベルで整備し、一元管理して必要な行政・機関に配信できる三次元空間データ基盤の整備がますます重要になってきている。

一方、航空機をプラットフォームとする干渉型合成開口レーダは、機動性に優れ、電波を用いているので、昼夜、あるいは雲や噴煙の有無にかかわらず観測が可能である。また、光学センサと比較して、広い範囲の三次元地図を迅速に作成できる特長を持っている。このため、高精度の三次元地図作成用センサとしての利用が期待されている。

三菱電機では、このような目的で使用するKu帯の干渉型合成開口レーダ(Interferometric Synthetic Aperture Radar: InSAR)システムと、三次元地図を作成するインタフェロメトリ処理アルゴリズムを開発した。本稿では、干渉型合成開口レーダの原理を説明して、開発した航空機搭載干渉型合成開口レーダシステム及びインタフェロメトリ処理アルゴリズムを紹介する。

また、フライト試験で取得したフィールドデータを用いて、精度評価を行った。結果として、開発した干渉型合成開口レーダによる三次元地図が、50cm×50cmのメッシュサイズにおいて高度精度50cmを達成したことを述べる。



航空機搭載Ku帯干渉型合成開口レーダによる三次元地図作成概念図

航空機に搭載するKu帯干渉型合成開口レーダは従来の光学観測による地図作成方法に比べ、昼夜あるいは雲や噴煙の有無にかかわらず広い観測範囲をカバーできる。このため、日本全国の高精度三次元地図整備を行う際の主要センサとしての適用が期待される。

1. ま え が き

国土保全に活用できる高精度の三次元空間データを、高効率・低コストで取得できるセンサシステムが必要とされている。高精度の三次元地図を作成する手段として、従来はレーザスキャナやステレオカメラ等の光学センサが用いられてきた。しかし、光学センサによる観測は雲などの天候条件に左右されることや、夜間観測ができない点、また観測幅を十分に確保できないなどの問題があった。そこで近年、干渉型合成開口レーダによる三次元地図作成技術が注目されている。この方法では、観測に電波を用いるため、昼夜、雲や噴煙の有無にかかわらず観測が可能であり、また広い観測幅を確保できる特長がある。

InSARによる高精度の三次元地図を作成するためには、高分解能の画像が取得可能なSARシステムの開発とインタフェロメトリ信号処理技術が必要である。本稿では新規開発した航空機搭載Ku帯SARシステム(2章)、当社で独自開発しているインタフェロメトリ信号処理技術(3章)、フィールド試験による結果(4章)について述べる。

2. 航空機搭載Ku帯SARシステム

2.1 SARインタフェロメトリの概要

合成開口レーダ(SAR)は移動するプラットフォームから電波を地表面に照射し、反射してきたエコーを受信して位相・振幅情報から画像を作成する技術である。受信信号は位相情報を含んでおり、2つのアンテナを隣り合わせて配置し、信号を干渉させることによって対象物の高度情報を得る手法がSARインタフェロメトリ(Interferometry)である。図1に概念図を示す。

2.2 航空機搭載Ku帯SARシステムの諸元

高精度な三次元地図を作成するためには、SARセンサは高い空間分解能を実現しなければならない。一般にSARの空間分解能は帯域幅と合成開口長で決まるため、この開発では、広い帯域幅を確保可能なKu帯の周波数を選択した。表1に航空機搭載Ku帯SARシステムの諸元を示す。中心周波数を16.7GHz、帯域幅500MHzを確保して、十分な合成開口角を確保することで、レンジ方向、アジマス方向ともに30cmの空間分解能を達成している⁽¹⁾。これ

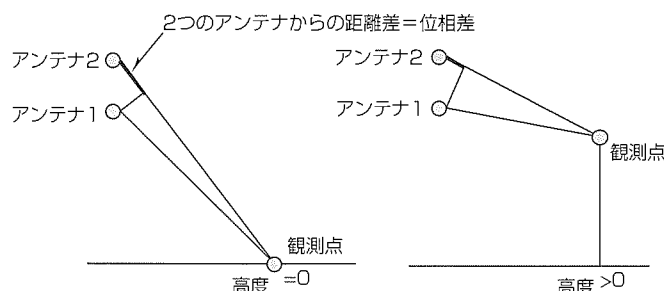


図1. SARインタフェロメトリによる測高の原理

は、国内の航空機搭載合成開口レーダとしては最も性能が高い。

インタフェロメトリ処理を行うため図2に示すように2つのアンテナを1mの間隔でプラットフォームの進行方向に対して垂直方向に配置している。送信機は送信電力300WのTWT(Traveling Wave Tube)を使用し、主アンテナから電波を送信し、パルスごとに主副アンテナを切り替えて受信を行う。受信機はデチャープ・オン・レシーブ方式⁽²⁾によって、受信信号帯域を500MHzから150MHzに変換しており、これによってデータ量を削減している。

プラットフォームとしては図2に示すような小型機(セスナ208型機)によってデータ取得を行った。フィールド試験は、2006年の10月17日から20日に茨城県筑波山麓で行った。取得したSARの三次元地図データ(デジタル地表面モデル, Digital Surface Model: DSM)を、レーザ測定によるDSMと比較して評価した。また、試験日には地上にコーナリフレクタを8か所配置し、地上基準点として地図投影に使用した。

3. 要素技術

3.1 インタフェロメトリ信号処理

主副アンテナから取得される2枚のSAR画像からDSMを作成するまでの信号処理フローを図3に示す。主副アンテナで撮像した生データからレンジドップラー画像再生処理によってSAR画像を生成する。インタフェロメトリ処理はこの振幅、位相を含む二次元のペアのSAR画像から開始する。まず、2枚のSAR画像を重ね合わせるレジストレーション処理を行う。レジストレーションを行ったあと、2枚の画像の位相差からインタフェログラム(干渉縞)を作成する。次に、空間フィルタ処理によってS/N(Signal to Noise ratio)を改善し、さらに、距離方向で発生す

表1. 航空機搭載Ku帯SARシステムの諸元

項目	諸元
中心周波数	16.7GHz
帯域幅	500MHz
送信電力	300W
アンテナ間隔	1 m
オフナディア角	50° (固定)
分解能	30cm

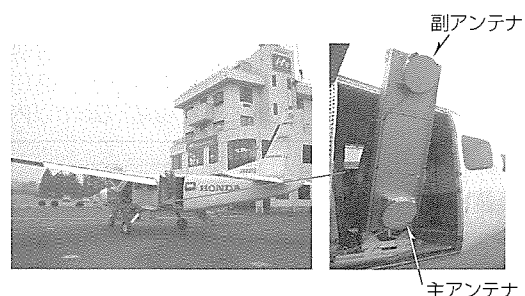


図2. Ku帯航空機SARの機体搭載状況

る平面位相の除去を行う。このあと、位相ノイズ除去フィルタ処理を行い、この出力に対して 2π で折り返された位相から連続位相を求める位相アンラッピングを行う。アンラップ処理後の連続位相に対し、位相/高度変換によって高度を算出する。得られた高度に対して倒れこみの補正、ビームスタイント補正・方位軸を合わせ、最後に事前に計測してある地上基準点を用いて地図投影を実施し、幾何補正処理されたDSMが作成される。

3.2 位相アンラッピング

位相アンラッピングはSARインタフェロメトリにおいてその精度を左右する要(かなめ)の技術の一つである。我々はこの技術を実現するアルゴリズムとしてICM-MCF(Iterated Conditional Modes-Minimum Cost Flow)法を開発した。ICM-MCF法は入力データのS/Nによる信頼度を考慮に入れた新しい位相アンラップアルゴリズムである。ICMアルゴリズムとMCFアルゴリズムの2種類で構成され、これらを図4(a)に示すような処理フローによって連続位相(以下“位相値”という。)を推定する。この処理では、 2π で折り返した位相データを入力とし、まず隣接ピクセル間の位相の“飛び”の値(以下“integer shift”と

いう。)を算出する。

これに対して先に述べた2種類の処理を行い、位相量とinteger shiftが共に変化しなくなるまで反復し、連続位相データを求める。

MCFアルゴリズムは、位相値を固定してinteger shiftを推定するアルゴリズムである。ここで、推定の際に図4(b)に示すように、隣接する4つのinteger shiftの和が0になるという制限(合計0制約)を与える。

ICMアルゴリズムは、MCFとは逆にinteger shiftを固定して位相値を推定するアルゴリズムである。ICMでは図4(b)に示す領域AとBのように半分のピクセルを交互に入れ替えて処理を行い、領域AのICM処理の際には領域Bの位相値を固定して領域Aの位相値を推定する。次のルーチンでは領域AとBを逆にした処理を行う。推定の際には、各ピクセルの信頼度として外部からコヒーレンス値を入力し、各データの信頼度を重みづけた推定処理を行う。

ICM-MCF処理における典型的な反復回数は15回程度であり、従来の反復処理による推定手法よりも少ない演算時間で処理することが可能である。また、従来の手法⁽³⁾では、コヒーレンス値が低い低信頼度のデータであっても信頼度の高いデータと区別することなく使用していたが、これに対してICM-MCF法ではコヒーレンス値を基準として使用するデータに重みをつけて処理しているため、低信頼度のデータの不確定性に結果が大きく影響を受けないようにすることができる。また、ICM-MCFアルゴリズムは 2π アルゴリズム⁽⁴⁾と近いアルゴリズムであるが、ICM-MCF法では合計0制約を行っている点で大きく異なる。

4. 性能評価結果

4.1 DSMの作成

フィールド試験で得られた筑波山山麓の幾何補正されたSAR振幅画像を図5(a)に示す。SAR画像で得られたエリアに関して、インタフェログラムを作成し、図3で示した信号処理を行いDSMを抽出した結果が図5(b)である。ここで、DSMのメッシュサイズは50cm×50cmである。右側の山麓部に向かうにつれてDSM高度が上昇していることが確認でき、また、畔(あぜ)や用水路などの構造も確認できる。また、DSMを拡大したマップを図5(c)に示す。SARで得られたDSMでは、段状の構造になっている。図5(d)に地上で撮影した写真を示す。図からわかるように、田の段状構造が確認でき、これがSARのDSMとよく一致している。

4.2 高度誤差評価

今回得られたDSMの精度を検証するため、図5(c)に破線で示した領域の一次元スライスの高度プロファイルを作成した。結果を図6に示す。精度評価の参照データとして、

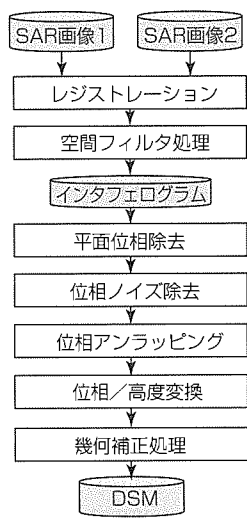


図3. SARインタフェロメトリの信号処理フロー

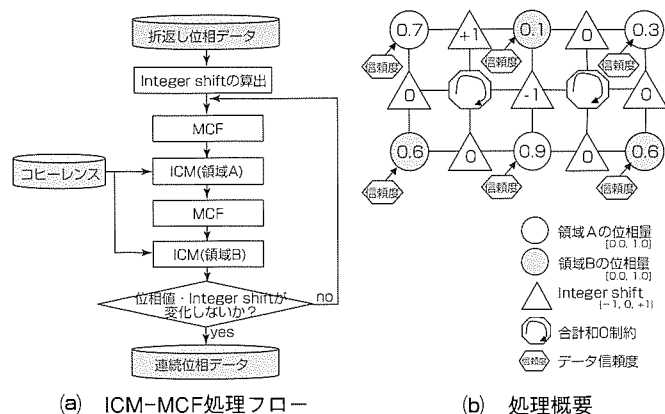


図4. ICM-MCF処理フローと処理概要

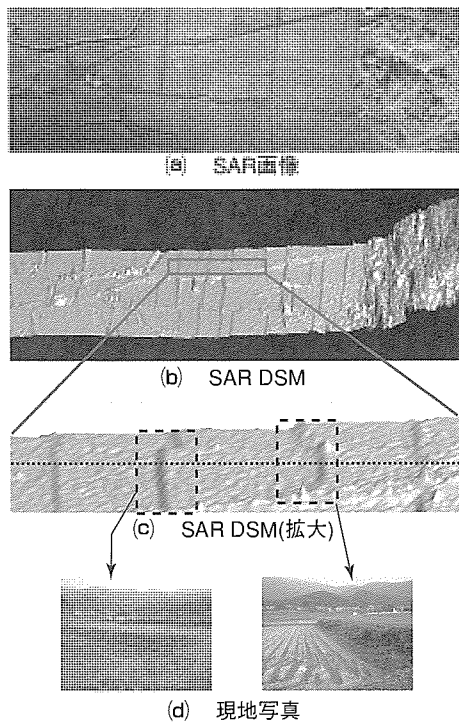


図5. フィールドデータ結果

レーザプロファイラで計測した同一エリアの計測データを同図に破線で示す。図中から、段状の構造がDSMとレーザの計測データがよく一致していることを示していることがわかる。定量的な高度評価を実施するため、レーザの計測データからの誤差の標準偏差を計算した。表2に示すようにレーザの計測データに対する誤差の標準偏差として47cm、誤差の平均値として37cmを達成している。

5. む す び

航空機搭載Ku帯SARシステムを独自に開発し、SARインタフェロメトリによって高分解能・高精度の三次元地図作成を行った。また、新たに位相アンラップアルゴリズムを開発し、これを実データに適用することによって、水平分解能50cmの地図において、高さ精度50cmを達成した。干渉型SARシステムは、2枚のアンテナを備えるので1回の観測で三次元地図が作成可能であり、災害発生などに備えた高精度の三次元地図を取得可能なシステムであることが実証された。

本稿執筆にあたり、「財機システム振興協会が日本自

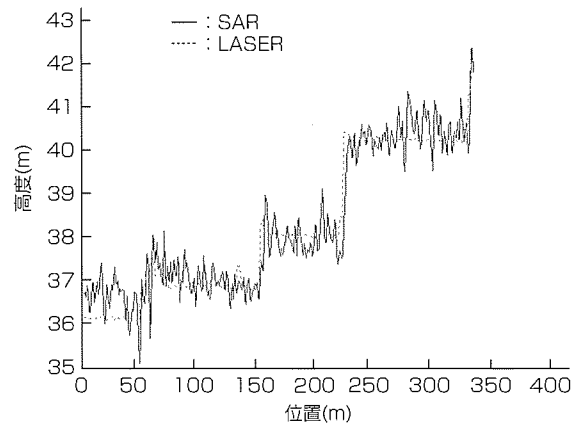


図6. 筑波エリアの一次元高度プロファイル

表2. SAR-DSMの性能評価結果

項目	値
水平分解能(メッシュサイズ)	50cm×50cm
高度誤差の平均	37cm
高度誤差の標準偏差	47cm

転車振興会の競輪の補助金を受け、その財源をもとに受託した事業の一環で航空機搭載Ku帯SARシステム試験を実施し、取得したデータを使用している。データを提供いただいた財機システム振興協会、及び財資源探査用観測システム・宇宙環境利用研究開発機構(JAROS)に謝意を表す。

参 考 文 献

- (1) 堀内健志, ほか: 航空機搭載Kuバンド合成開口レーダによる高精度3次元データの計測, 電子情報通信学会技術研究報告, **106**, No.217, SANE2006-97, 29~34 (2006)
- (2) Carrara, W.G., et al.: Spotlight Synthetic Aperture Radar Signal Processing Algorithms, Artech house, 28~29 (1995)
- (3) Frey, B.J., et al.: Very loopy belief propagation for unwrapping phase images, In Advances in Neural Information Processing Systems 14 (2001)
- (4) Dias, J.M.B, et al.: The $Z\pi M$ algorithm: a method for interferometric image reconstruction in SAR/SAS, IEEE Trans. Image Processing, **11**, No.4, 408~422 (2002)

防災業務の迅速化を実現する 高精度三次元地形図表示技術

櫻井満将* 菅沼優子*
清水 聡** 森川 豊**
藤本仁志*

3D Topographic Visualization Technology for Disaster-Prevention

Mitsumasa Sakurai, Satoshi Shimizu, Hitoshi Fujimoto, Yuko Suganuma, Yutaka Morikawa

要 旨

百平方キロメートルを超える大規模な高精度三次元地形図を、毎秒15フレームで、ストレスなく表示・操作可能な三次元空間計測・情報管理システム“G-Viz”を開発した。このシステムは、高精度な三次元地形測量データを簡略化せずに取り扱うことが可能で、測量された正確な地形形状をパソコン上に三次元コンピュータグラフィックスとして再現できるため、河川、道路等の公共施設の防災業務での活用に適している。

今回、防災業務へのシステム適用として、河川流域防災業務向けに以下の機能を開発した。

・災害査定支援機能：

現地被災画像を三次元地形図上に重畳し、被災面積・土量体積・距離計測機能を実現したことで、机上での災害査定業務を支援

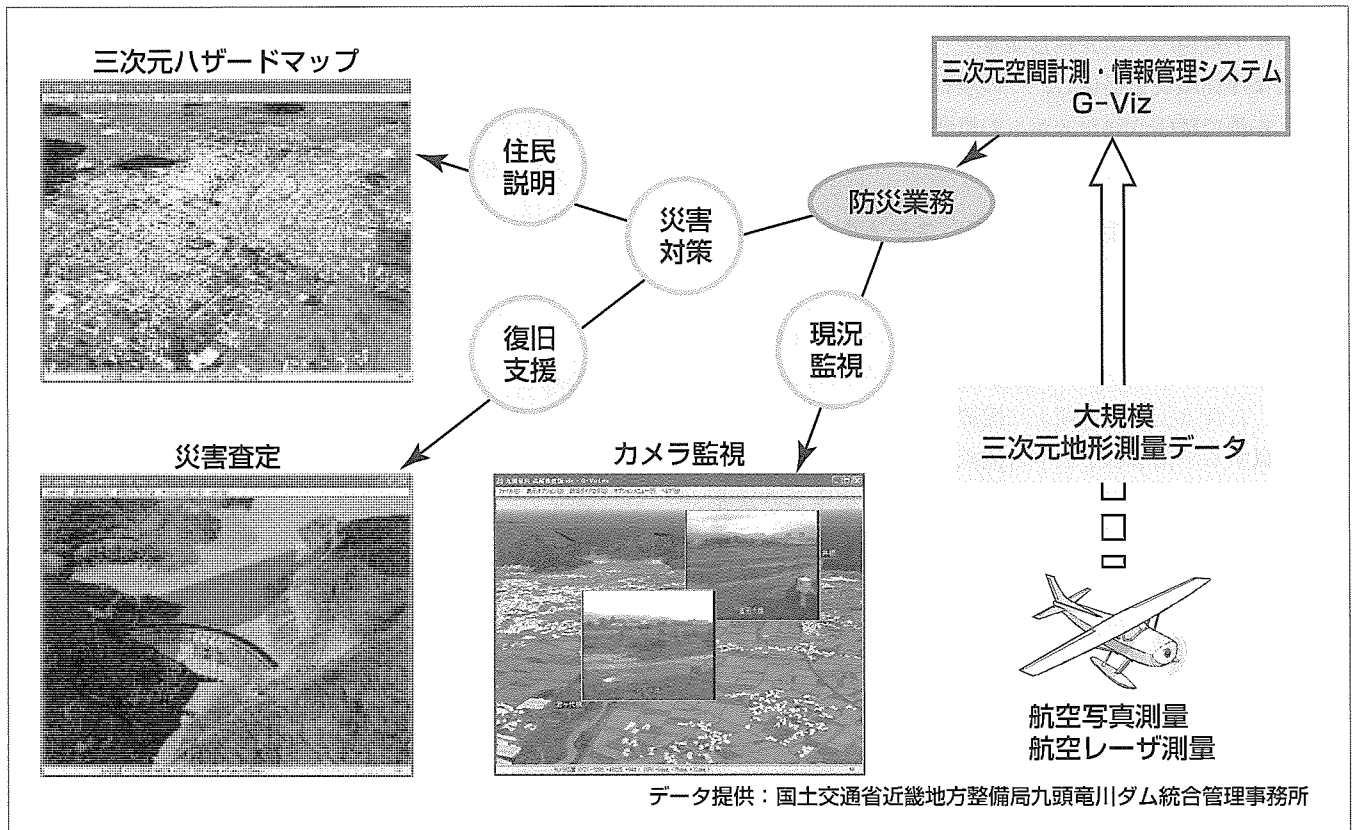
・三次元ハザードマップ機能：

河川氾濫(はんらん)シミュレーション結果を三次元地形図上へ重畳し、氾濫時の浸水状況の時間軸に沿った連続アニメーション表示を実現

・カメラ画像による現況監視機能：

カメラ撮影によって取得された動画像を三次元地形図上へ重畳し、リアルタイムの現況監視を実現

これらの機能拡張は、このシステムが搭載する機能オブジェクト機構によって実現されており、適用分野に合わせたカスタマイズが可能である。このシステムが提供する大規模データの表示・解析機能と、機能オブジェクト機構によって、防災業務を含む様々な分野における大規模測量データの活用が期待できる。



大規模地形測量データのG-Vizによる防災業務への展開

航空機を利用した写真測量やレーザ測量によって取得される百平方キロメートル規模の大規模な三次元地形測量データを、ストレスなく表示・操作可能な三次元空間計測・情報管理システムG-Vizを開発した。高精度測量による正確な地形をパソコン画面上に再現可能なため、被災か所等の地形計測、災害シミュレーションの重畳表示等、防災分野の各業務への適用が期待できる。

1. ま え が き

国土交通省、地方自治体によって実施される防災業務では、災害発生予測精度の向上や、防災のための施設維持・管理、災害発生時の避難経路選定や、復旧支援の迅速化等を目的として、三次元地形測量データが広く活用されている。平成16年に今後10年間の測量・地図行政の基本方針として国土交通省が示した第6次基本測量長期計画⁽¹⁾においても、「防災・減災のための地理情報の整備と利活用の推進」が重点施策の一つとして挙げられており、災害対策における国土地理情報の活用は、重要な課題として認識されている。

近年、航空写真測量や航空レーザ測量の精度が向上したことで、百平方キロメートルを超える大規模な三次元地形測量を低コストで実現可能となり、国土地理情報として大規模測量データを利用する動きが広がっている。しかし、測量範囲の拡大と測量精度の向上によって取得されるデータ規模が拡大し、すべてのデータを端末上で同時に取り扱うことが困難になりつつある。このため大規模測量データの表示・解析処理は、形状の簡略化や部分的な抽出を行い、データ規模を縮小することで実現しているのが現状である。

こうした背景の中、三菱電機は大規模化する三次元地形測量データの表示プラットフォームとして、三次元空間計測・情報管理システムG-Viz⁽²⁾の開発を行った。G-Vizは、ギガバイト規模の三次元地形測量データをストレスなく表示可能な操作環境を提供し、その解析作業の迅速化を実現する。本稿ではG-Vizシステムの概要と、防災業務への適用について述べる。

2. 三次元空間計測・情報管理システムG-Viz概要

2.1 開発目的

三次元地形測量による地表面データはTIN (Triangulated Irregular Network：非正規三角形網)形状として取得される。これは三次元空間上に配置された計測点と、地表面を近似する平面形状を表す計測点間ネットワークから構成される(図1(a))。現状の大規模データに対応する三次元空間計測・情報管理システムの多くは、地表面データとして正規格子状に配置されたメッシュ形状(図1(b))を採用しており、取得データを簡略化することで表示処理速度の向

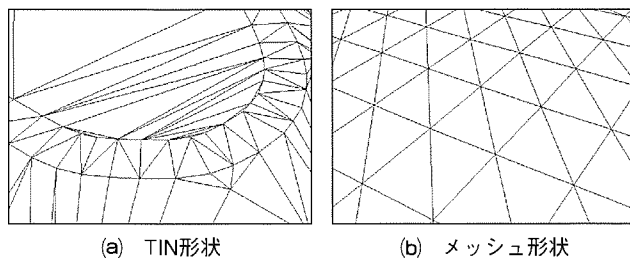


図1. 地形形状の表現

上を図っている。このため、システムによって表示される地形情報は測量データを簡略化したものであり、実際の測量データから得られる形状とは異なるという欠点がある。特に、こうしたメッシュ形状への簡略化によるデータ劣化は、堤防形状や道路形状の表現に際し顕著に現れるため、防災業務を含む河川管理や道路管理の分野への適用が難しいという課題がある。

また測量データの解析ツールとしてGIS (Geographic Information System) が用いられることが多いが、取り扱い可能なデータ量の制限によって操作領域が限られるため、大規模な三次元地形測量データの全体に対して解析処理を実行することは困難である。

G-Vizは、こうした課題を解決するために開発を行ったもので、大規模な三次元測量データを簡略化することなく操作・解析可能なプラットフォームの実現が目的である。

2.2 システムの特長

G-Vizは航空機による大規模三次元地形測量データへの対応を実現し、百平方キロメートルを超える領域の測量データを、毎秒15フレームの表示性能で操作可能である。またTIN形状で記述された地表面データだけではなく、レーザ測量によって取得された三次元座標を持つ計測点群の可視化にも対応しており、三次元地形測量成果の大部分にこのシステムを適用可能である。

2.3 構成

このシステムの構成を図2に示す。G-Vizはスタンドアロンで動作するソフトウェアシステムで、変換系と表示系から構成される。

2.3.1 変換系

変換系は、必要に応じて測量データの補正作業を行ったあと、表示系が認識可能なG-Vizデータ形式へ測量データを変換する。この処理を実行するコンバートツールは、複

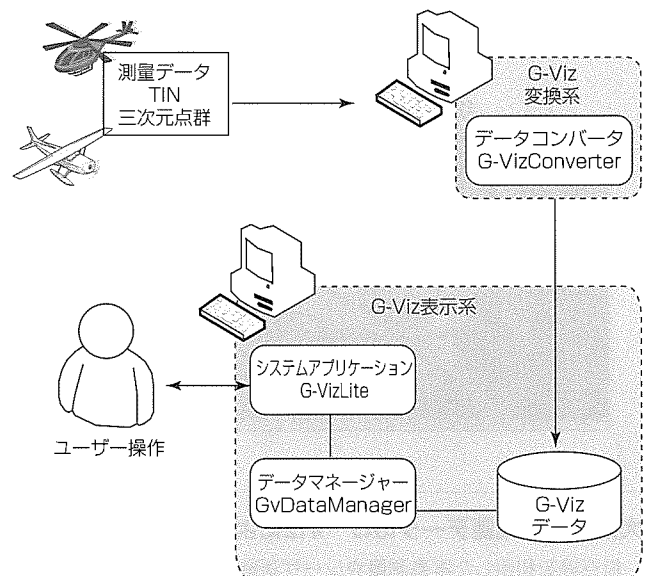


図2. G-Vizシステムの全体構成

数の測量データ記述形式に対応しており、三次元CADデータや河川測量データを変換可能である。

2.3.2 表示系

表示系はユーザーの操作環境であり、データへのアクセス手段を提供するデータマネージャーと、地形図の表示を行うシステムアプリケーションから構成される(図3)。ユーザーは、システムアプリケーションのGUI(Graphical User Interface)を用いてインタラクティブ操作を行い、閲覧とデータ解析を実行する。これらの操作は基本的にマウス操作によって可能であり、レイヤパネルによって表示内容の選択と計測ツールの起動を行う。

2.4 データ構造

ギガバイト規模の測量データに対して効率的な表示・検索処理を実現するため、このシステムは階層化された空間データ構造を採用している。変換系から出力されるG-Vizデータは、表示単位で管理される一次レイヤと、空間インデクスによる高速なデータ検索を実現する二次レイヤから構成され、データファイル内に格納される(図3)。データ変換系は入力された測量データを解析し、適切な一次レイヤ領域を選択する。また、座標軸によるソーティングと検索インデクスの作成を行い、二次レイヤデータを生成する。

2.5 機能オブジェクト機構

このシステムは三次元地形図の表示機能を基本機能として提供し、業務に応じたサービスをカスタマイズによって提供することで、応用システムとしての展開を目指している。このシステムは機能オブジェクト機構と呼ばれるカスタマイズの仕組みを備えており、機能追加が可能である(図3)。

カスタマイズは、機能オブジェクトと呼ばれるソフトウェアモジュールを開発し、機能オブジェクト機構の管理下に配置することで実現する。防災業務に必要な機能を機能オブジェクトとして追加することで、三次元地形図だけではなく、様々な周辺情報を統合管理する応用システムを構築可能である。

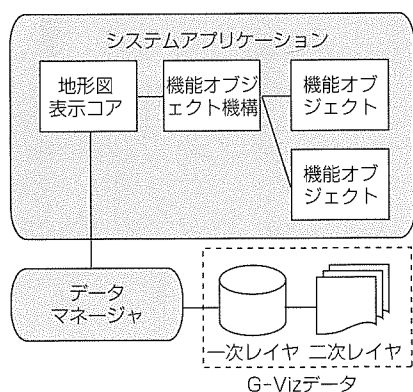


図3. G-Vizのソフトウェアとデータ構成

3. 河川流域防災業務への適用

G-Vizの三次元空間計測・情報管理機能に加え、用途に応じた拡張機能を備えることで、様々な河川流域防災業務への適用を実現した。

3.1 災害査定支援

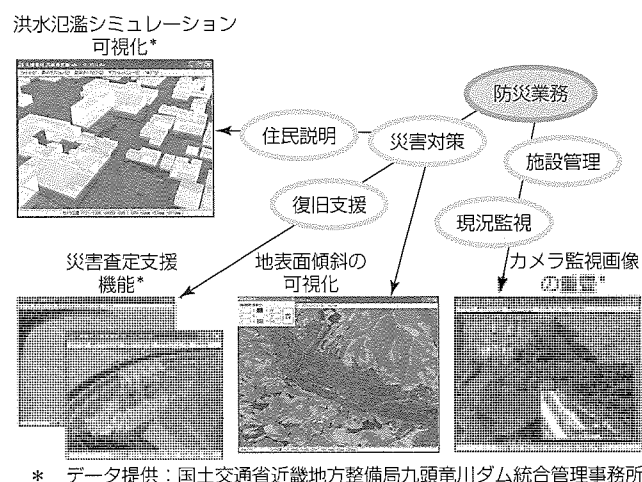
国土交通省では災害復旧事業における地方財政負担低減のため、国庫による費用負担を実施している。費用負担の査定業務は災害査定⁽³⁾と呼ばれ、被災地の復旧事業を早期に実施するための業務効率化が求められている。災害査定では、写真並びに図面による被災状況の確認を基にした机上査定が認められており、今回、災害査定業務の支援ツールとしてG-Vizの適用を試みた(図4)。G-Vizの機能オブジェクト機構を用い、災害査定に必要な現地被災画像の取り込みと、三次元地図との連携を実現した。加えて、実際の測量業務で採用されている計測方式⁽⁴⁾に従って、被災面積・土量体積・距離計測を含む机上計測機能を実現し、査定業務の支援が可能となっている。

3.2 三次元ハザードマップ

河川氾濫時の浸水状況や、避難経路を可視化した三次元ハザードマップを実現した(図4)。浸水状況の変化を時間軸に沿って閲覧する機能を備え、任意時刻の状況や連続するアニメーションとしての浸水状況表示が可能である。

3.3 カメラ画像による現況監視

カメラによる河川状況の監視業務を支援するため、機能オブジェクトによるストリーム動画データへの対応を実現し、三次元地形図上への動画表示を可能にした(図4)。動画像に三次元座標値を関連付け、カメラの配置場所へ動画像を配置することで、どの位置からの撮像かを迅速に把握することができる。



* データ提供：国土交通省近畿地方整備局九頭竜川ダム統合管理事務所

図4. 河川防災業務への展開

4. 応用システムへの展開

4.1 ドップラーライダシステム連携

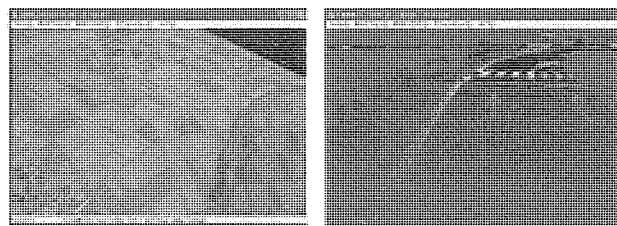
当社ドップラーライダは、レーザ光に対する大気中エアロゾルの散乱光を受信し、風向・風速を計測するシステムである。G-Vizとの連携としてドップラーライダによる計測データから、三次元座標、風速、風向ベクトル、時間軸を用いたデータ表示を実現した(図5(a))。このシステムは更新される計測データとリアルタイムに連携し、現在の風速、風向を視覚的に把握することができる。

4.2 MMS連携

当社MMS(Mobile Mapping System: モービルマッピングシステム)は、車両搭載型の画像テクスチャ付き三次元地図データ自動取得システムである。MMSとの連携では三次元地図データの可視化に加え、GPSによる車両位置情報を用いた撮影状況再現が可能であり、取得データの確認作業を効率化する。MMS連携による表示例を図5(b)に示す。

5. む す び

本稿では、大規模三次元地形測量データを高速に表示可能な三次元空間計測・情報管理システムであるG-Vizの概要と、その応用システムについて述べた。このシステムが提供する大規模データの表示・解析機能と、適用分野に合わせたシステムカスタマイズを可能とする機能オブジェク



(a) ドップラーライダ連携

(b) MMS連携

(データ提供: 国土交通省近畿地方整備局
九頭竜川ダム統合管理事務所)

図5. 応用システム連携

ト機構の搭載によって、防災業務を含む様々な分野に対して大規模測量データの活用が期待できる。このシステムの適用事例として、ダム管理業務への展開を図っており、現在評価を進めている。

今後の課題としては、ネットワーク型システム化によるシステムメンテナンス性の向上や、大規模都市モデルへの対応が挙げられる。これらの実現によって、このシステムのさらなる適用分野拡大を図る。

参考文献

- (1) 第6次基本測量長期計画, 国土交通省告示768号 (2004)
- (2) トピックス—三次元空間計測・情報管理システム“G-Viz”, 三菱電機技報, 81, No.1, 18 (2007)
- (3) 災害査定研修テキスト, 全国防災協会 (2005)
- (4) 森 忠次: 測量学, 丸善 (2002)

災害対策・危機管理での衛星通信利用

坂戸美朝*
尾崎 裕**
今井 徹**

Satellite Communications for Disaster Prevention and Crisis Management

Yoshitomo Sakato, Yutaka Ozaki, Tooru Imai

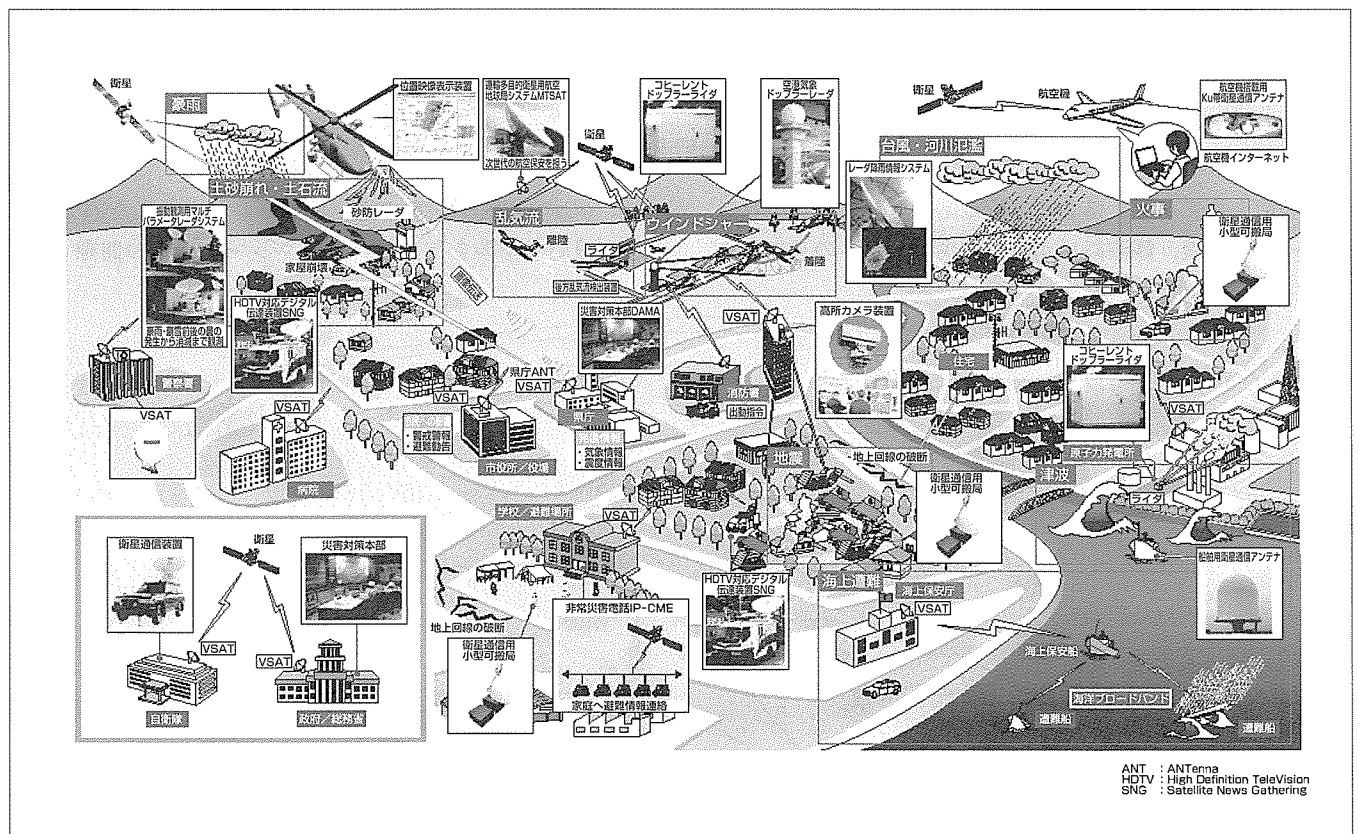
要 旨

安全・安心な社会に対する社会的要請は近年さらに高まっており、相次ぐ地震、台風、津波などの災害対策や、事故や犯罪等の種々の危機管理への的確な対応が求められている。安全・安心の確保に向けては、IT新改革戦略や第3期科学技術基本計画において、情報通信技術の活用やその研究開発の推進が重要な政策課題として掲げられている。災害対策・危機管理の分野では、迅速かつ的確に情報を収集・整理し、情報通信基盤を通じて住民や関係機関に伝達することによって、被害や事故の件数の軽減や質的な改善が実現することが見込まれ、情報通信技術が国民の被害を

適切に回避するための大きな役割を果たすことが期待されている。

とりわけ、衛星通信は広域性、同報性、耐災害性及び柔軟で容易な回線設定にその特徴があり、すでに多くの分野で活用されており、その有効性も広く確認されている。

本稿では、安全・安心な社会を実現するための災害対策・危機管理用システムで利用されている衛星通信分野での三菱電機の取り組みの一端を述べるとともに、今後の発展について概観する。



災害対策・危機管理での衛星通信の利用イメージ

衛星通信は広域性、同報性、耐災害性及び柔軟で容易な回線設定にその特長があり、災害対策・危機管理用システムにおいては、すでに多く利用実績があり、今後ともその発展と利用拡大が期待されている。

1. ま え が き

地震、台風、津波等の災害対策や、事故、犯罪等の危機管理など、安全・安心な社会への要請が高まっている。

災害対策分野では、迅速に情報を収集・整理し、住民や関係機関に伝達することで被害の軽減や対策の質的改善が見込め、情報通信技術の役割に大きな期待がある。

特に衛星通信は広域性、同報性、耐災害性及び柔軟な回線設定に特長があり、その効果も確認されている。

本稿では、災害対策・危機管理で利用されている衛星通信分野での当社の取り組みの一端を述べ、今後の発展についても概観する。

2. 災害対策・危機管理用システムの将来像

安全・安心の確保においては、IT戦略本部や総合科学技術会議で情報通信技術の活用及びその研究開発の推進が、主要な国家戦略として示されている。このため総務省では、2006年2月から「安心・安全な社会の実現に向けた情報通信技術のあり方に関する調査研究会」を開催し、安全・安心な社会の実現に必要な情報通信技術に求められる要件、研究開発課題、実現方策等の検討を実施した。総務省の最終報告では、情報通信技術の活用による災害対策・危機管理システムの現状と将来像について、①住民との間の情報伝送、②災害対策機関間の基幹ネットワーク、③被災現場の移動通信、④被災情報の収集、⑤情報処理・分析の5つの観点からその将来イメージがまとめられている(図1)。

また、将来の衛星通信利用の具体的なテーマとして、①衛星搭載超大型アンテナによる携帯電話サービス、②ヘリコプターや航空機、観測衛星からの被災現場からのリアルタ

ム画像収集、③自動捕捉機能付き可搬型小型衛星地球局による情報伝送等が取り上げられている。

3. ヘリコプター衛星通信システム

昨今、新潟地区・福岡地区の地震災害などによって、国民一人ひとりの防災に対する意識が高まっている。これら地震・噴火・火災などの大規模災害発生時に、被災状況を緊急、かつ正確に収集することが必要不可欠であり、このための通信手段としてヘリコプターから無線で地上中継局を介して伝送するヘリコプターテレビ伝送システムが活用されているが、一方でこのシステムでは地上中継局の見逃しエリア内か、可搬移動局の運搬設置後でなければリアルタイム伝送ができないという課題がある。この課題を解決する有効な手段として、総務省、独立行政法人情報通信研究機構、他民間3社でヘリコプターから直接衛星経由で全国どこへでも情報を伝送できる、ヘリコプター衛星通信システムを開発し実用化の検証を行った。

このシステムは図2の構成図に示すように、ヘリコプターで撮影した被災地等の動画を静止衛星経由で主局へ伝送する機能と、ヘリコプターと主局間の双方向音声通信を実現する機能を持つ。ヘリコプターは衛星通信用小型アンテナ、送受信機、変復調器、映像装置等から構成され、主局は既存の地域衛星通信ネットワーク用アンテナ・送受信設備に本システム用復調器、映像装置を追加した構成である。表1にこのシステムの主要な性能を示す。

当社はヘリコプターで運用できるよう次の通信方式を開発した。

- (1) ヘリコプターからの送信波がブレードに当たって他の無線局へ干渉を与えないようブレード回転の間隙(かん

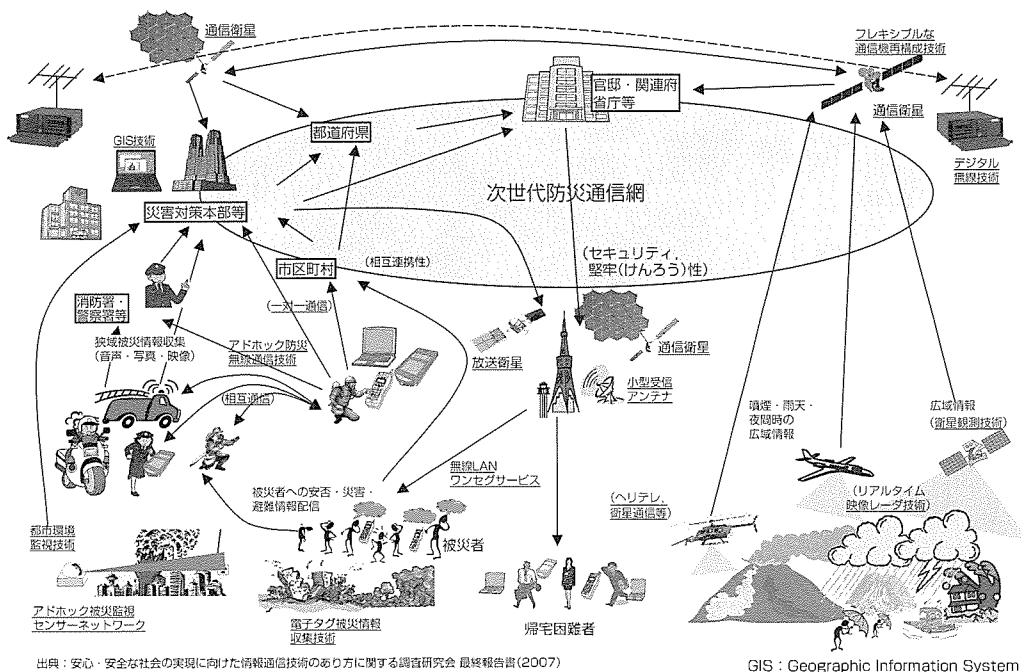


図1. 災害対策・危機管理用システムの将来イメージ

げき)をねらって送信する間欠送信方式

- (2) ヘリコプターでの受信のため同じデータを時間をずらして数回送りデータの一部がブレードに遮断されても良好な通信性能を維持する時間ダイバーシティ方式

このシステムは2006年度に実施された「ヘリコプターによる被災地情報収集の在り方検討会」で防災への適用を目指し検討が進められ、実運用を想定した公開実験によって防災用途で実際に使用している衛星と基地局設備を用いて、安定な通信を実現できることが実証された。

実証実験の様子を図3に示す。双方向音声通信によって、主局側からヘリコプターの位置、映像を確認しながらリアルタイムにヘリコプターの搭乗者に撮影位置を指示するなど、ヘリコプター衛星通信システムの特長を發揮し高い有用性が示された。

現在、地域衛星通信ネットワークを用いた実用化に向けてさらに検討が進められている。これによって災害発生時に短時間に被災状況の動画伝送が可能となり、初動体制の確立に大きな貢献が期待できる。さらに報道用ヘリコプター、ドクターヘリ等への適用も可能で、安全・安心な社会の実現に向けて様々な用途が期待できる。

4. IP対応VSAT

自治体や電力等の公共機関等の国内の衛星通信ネットワークでは、親局と複数の子局との電話等の情報伝達や、衛

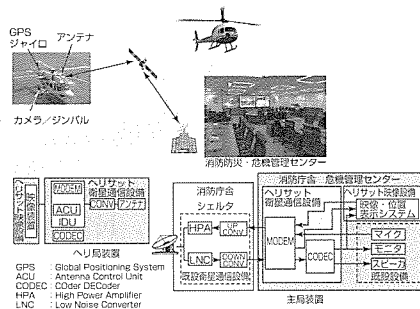


図2. システム構成

表1. ヘリコプター衛星通信システムの主要性能・諸元

通信機能	ヘリ⇒主局	①映像/音声伝送, ②データ伝送(総合情報速度: 1.5Mbps)
	主局⇒ヘリ	①音声伝送, ②データ伝送(総合情報速度: 64kbps)
通信方式	ヘリ⇒主局	ブレード回転に同期した間欠送信方式
	主局⇒ヘリ	時間ダイバーシティ連続受信方式(4回送り)
周波数	送信	14.0~14.5GHz
	受信	12.25~12.75GHz
追尾方式	衛星追尾	ビームスキャン方式
	偏波追尾	GPS受信機による自局位置座標を用いたオープン追尾
方位角捜査範囲		0~360度
仰角走査範囲		30~90度
変復調方式	ヘリ⇒主局	BPSK同期検波
	主局⇒ヘリ	BPSK同期検波
誤り訂正方式		畳込み符号化/ビタビ複合(符号化率1/2)とリードソロン符号(204,188)
画像符号化方式		MPEG4, フレームレート20fps

BPSK : Binary Phase Shift Keying
MPEG : Motion Picture Experts Group

星回線の同報性を活用した映像配信, データ配信が行われ, 図4に示す安価で無線従事者が不要なVSAT (Very Small Aperture Terminal: 超小型衛星通信地球局)が整備されている。衛星回線帯域の有効利用にはDAMA (Demand Assignment Multiple Access)方式が採用され, 近年はIP (Internet Protocol)対応ネットワークも構築されている。

IP対応VSATは図5に示すアンテナ装置, 送受信装置 (ODU), 変復調装置(IDU)等から構成され, アンテナは口径0.75m/1.2m/1.8m/2.4m, ODUは出力1W/2W/4W/10Wの製品をそろえ, 運用要求に応じて柔軟なVSATを構成できる。

IDUは最大4chのモデム及び, データ伝送アダプタを内蔵し, 電話・Fax通信に加え, IPデータ伝送も行える。IPデータ伝送時は32kbps~2Mbpsの情報速度で伝送でき, データ伝送アダプタは衛星回線上の伝送遅延によるTCP (Transmission Control Protocol)/IP通信のスループット低下を防止する機能を持っており, パソコン等の接続が容易で, IPデータ, IP型映像伝送, インターネットやTV会議等のアプリケーションも利用可能で, 様々な用途に適用できる。表2にIP対応VSATの主要性能・諸元を示す。

IP対応VSATによって, 公共, ライフラインでの災害時のバックアップ, セキュリティに特化したIP専用回線等の,



図3. 実証実験の様子

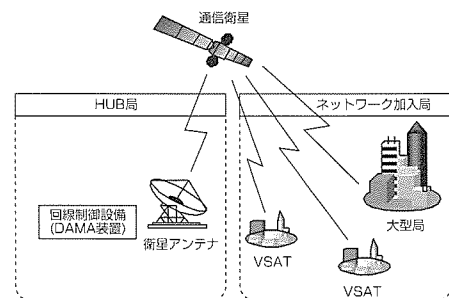


図4. ネットワーク構成図(例)

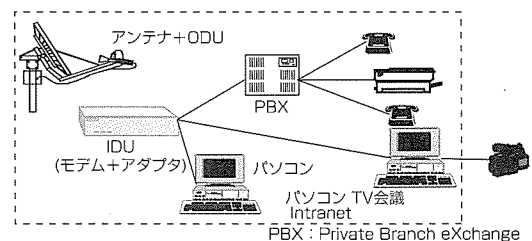


図5. ネットワーク構成図(例)

表 2. IP対応VSATの主要性能・諸元

項目	主要性能・諸元	
1 システム		
1.1 利用周波数帯	送信：14.00～14.50 GHz, 受信：12.25～12.75 GHz	
1.2 機能	音声/FAX伝送, IPデータ通信, 映像伝送	
1.3 回線制御方式	DAMA方式, PAMA方式	
2 送受信装置		
2.1 アンテナ	0.75mφ, 1.2mφ, 1.8mφ, 2.4mφパラボラアンテナ	
2.2 偏波	送受直交直線偏波(XPD: 30dB以上(主ビーム方向±0.1°))	
2.3 アンテナ利得	アンテナ径/送信(@14.25GHz)/受信(@12.50GHz)	
	0.75m/38.0dB/36.9dB	1.2m/42.5dB/41.3dB
	1.8m/46.1dB/45.2dB	2.4m/48.6dB/47.7dB
2.4 ODU送信電力	1W, 2W, 4W, 10W	
3 端局装置		
3.1 実装モデム数	4CH/IDU1台当たり(音声/可変レートデータモデム・CSC専用モデムに設定可能)	
3.2 変復調方式	QPSK/同期検波	
3.3 誤り訂正方式	畳込符号/軟判定ビタビ復号(符号化率1/2又は3/4, 拘束長7)	
3.4 情報速度	16～2,048 kbps(11段階切替)	
3.5 音声伝送方式	32kbps ADPCM, 16kbps LDCELP	
3.6 回線品質	Eb/N ₀ =5.9dB(符号化率1/2), 7.9dB(符号化率3/4)で1×10 ⁻³ 以下	
3.7 スループット改善	回線速度に対して85%以上(256kbps以上において)	
3.8 端末コネクション数	80コネクション(最大)	
3.9 端末インタフェース	音声: 2W/4W, IPデータ: 10BASE-T, 100BASE-TX	

PAMA : Pre-Assignment Multiple Access
 CSC : Common Signaling Channel
 QPSK : Quadrature Phase Shift Keying
 ADPCM : Adaptive Differential Pulse Code Modulation
 LDCELP : Low-Delay Code Excited Linear Prediction

災害時の映像・情報の同報, 情報共有の分野での利用がさらに図られるものと考える。

5. IP対応小型可搬局

衛星用可搬局は, 通信が途絶した被災地等での災害状況の伝達や通信経路の確保に活用されている。災害現場映像のリアルタイム伝送, 災害対策本部等での指揮命令を迅速に行うために, 小型軽量化, 組み立ての容易性を特長としたIP対応小型可搬局を開発した。

図6に外観と系統図, 表3に仕様・性能を示す。アンテナ(公称75cmφ), 送受信装置(飽和電力4W)を収納するトランク1と, 端局装置(2ch実装), IPデータ伝送用アダプタ等を収納するトランク2から構成される。

4分割型鏡面・アルミハニカム構造のアンテナ, マグネシウム合金ステイを採用する等小型軽量化を実現した。当社の従来製品と比較して重量は約1/2で, 乗用車のトランクに搭載できる大きさと重量を実現した。

端局装置は, 端末装置からのIP接続要求で自動的に発呼・接続する機能に加えて, 衛星回線の伝送遅延によるスループット低下を防止する機能も内蔵している。

本可搬局は, 情報速度384kbps以上でのIPデータ伝送が可能であり, 衛星回線の条件によっては1Mbps程度の伝送も可能で, 現場の映像をIP形式で配信できることも大きな特長である。可搬局の展開及び衛星方向調整には, 工具を一切使わず, かつ衛星信号の受信レベルを可聴・表示することで感覚的に方向調整が可能となり, 設置から運用開始までの時間の短縮化を図った。

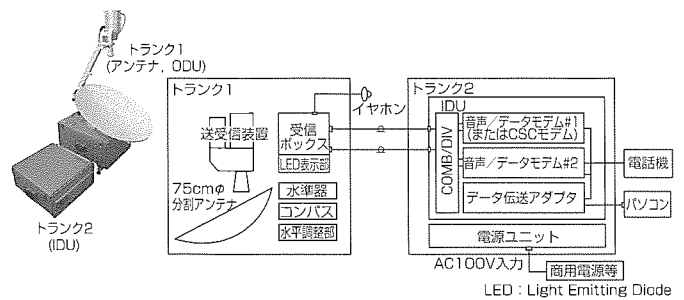


図 6. 小型可搬局の外観と系統図

表 3. 小型可搬局の主要性能・諸元

項目	仕様・性能	
1 システム		
1.1 利用周波数帯	送信: 14.00～14.50 GHz, 受信: 12.25～12.75 GHz	
1.2 機能	音声/FAX伝送, IPデータ通信	
2 送受信装置		
2.1 アンテナ	0.75mφパラボラアンテナ(輸送時は4分割して収容)	
2.2 衛星捕捉	受信信号強度(LEDおよび音で表示)による手動捕捉	
2.3 偏波	送受直交直線偏波(XPD: 30dB以上(主ビーム方向±0.1°))	
2.4 利得	送信: 38.0dB(@14.25GHz), 受信: 36.9dB(@12.50GHz)	
2.5 EIRP・G/T	44.0dBW(飽和出力)・14.2 dB/K(@12.5GHz)	
3 端局装置		
3.1 実装モデム数	2CH(音声/可変レートデータモデム・CSC専用モデムに設定可能)	
3.2 変復調・誤り訂正方式	QPSK/同期検波・畳込符号/軟判定ビタビ復号	
3.3 情報速度	16～2,048 kbps(11段階切替)	
3.4 音声伝送方式	32kbps ADPCM, 16kbps LDCELP	
3.5 回線品質	Eb/N ₀ =5.9dB(符号化率1/2), 7.9dB(符号化率3/4)で1×10 ⁻³ 以下	
3.6 端末コネクション数	80コネクション(最大)	
3.7 端末インタフェース	音声: 2W/4W, IPデータ: 10BASE-T, 100BASE-TX	
4 その他	トランク1 (ANT+ODU)	トランク2 (IDU)
4.1 電源条件	AC100V 50/60Hz単相, 250W	
4.2 環境条件	-20℃～+50℃/RH100%以下	0℃～+40℃/RH 95%以下(結露なし)
4.3 耐風速	平均風速 14m/s	
4.4 防水性	防水JIS保護等級 5	防水JIS保護等級 2
4.5 寸法・質量	500×650×320(mm)/約20kg	500×520×240(mm)/約18kg

EIRP : Effective Isotropic Radiated Power
 G/T : Gain over Temperature ratio

今後, この可搬局は, 防災, 官公, 民需の各種ネットワークでIPデータ伝送が可能な機動性に優れたIP対応小型可搬局として幅広く活用されていくものと考える。

6. む す び

災害対策・危機管理で利用されている衛星通信分野での当社の適用例を中心に述べた。

今後は次の分野を含め, さらなる技術開発, 製品開発を検討している。

- (1) いつでも, どこでも, 住民や災害対策機関間の情報交換を実現する, 衛星/地上統合携帯電話システム
 - (2) ヘリコプター衛星通信システムの普及に向けた, 映像の高画質化, 軽量化, 小型化, 低価格化の実現
 - (3) 小型可搬局の機動性向上に向けた, さらなる小型化, 初期捕捉の簡易化/自動化や, 映像品質の向上
- これらを含め, “安全・安心な社会の実現”に今後とも貢献する所存である。

市町村防災向け戸別受信機

岡 智広*
池邊 洋*
前田将伸**

Personal Receiver for Disaster Prevention Radio System

Tomohiro Oka, Yo Ikebe, Masanobu Maeda

要 旨

戸別受信機は、市町村同報通信システム末端の無線受信機器である。

市町村同報通信システムは、災害発生時の避難情報、災害予測情報、あるいは日常的な自治体の行政情報などの伝達に使用されている防災無線通信システムである。このシステムは従来アナログ方式で実用化されていたが、システム供給メーカー間における互換性、周波数資源の逼迫(ひっばく)、通報サービス内容の充実の点からデジタル方式への移行が進められ、(社)電波産業会規格ARIB-STD-T86としてまとめられるに至っている。

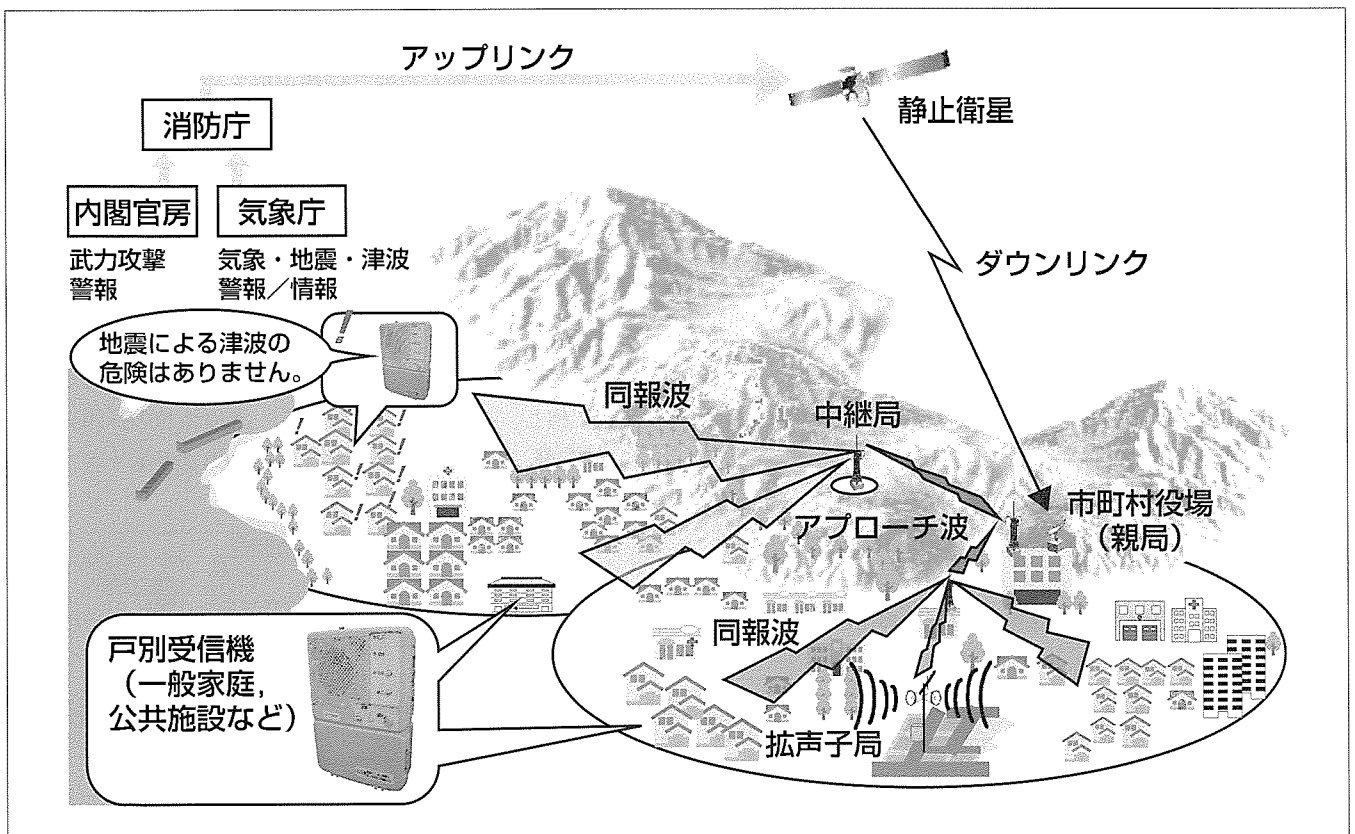
三菱電機では平成13年度にデジタル化したシステムを他社に先駆け納入し⁽¹⁾、市町村の防災行政無線システムに対

するソリューションを提供してきている。

このシステムにおいて戸別受信機は市町村役場などの公共機関、及び一般家庭に設置し、通報を市町村民へ行う機器であり、市町村民の生活と密接にかかわる機器である。

近年の自然災害増加、全国瞬時警報システム(J-ALERT)等によって、市町村の戸別受信機全世帯整備への期待は大きく、公平な行政サービスのためには、できる限り多くの世帯へ戸別受信機の配布が必要である一方、これに附随した市町村の財政負担を小さくすることも期待されている。

本稿では、市町村民の最も接する機会が多い戸別受信機の製品開発について述べる。



戸別受信機運用のイメージ図

市町村役場(親局)からの災害に関する情報、行政に関する情報を、中継局を介し一般家庭や公共施設などに設置された戸別受信機、拡声子局によって受信することで、市町村民に通知する。戸別受信機は群(グループ)番号、子局番号によって管理され、市町村役場に設置された操作卓からは地域ごと、個別ごとの通知を行うことも可能である。緊急の通報を受信した際には、戸別受信機は音量を最大音量として報知する機能を持つ。

*三菱電機(株) 通信機製作所 **三菱電機マイコン機器ソフトウェア(株)

1. ま え が き

戸別受信機が含まれる市町村同報通信システムは、平成16年9月施行の「武力攻撃事態等における国民の保護のための措置に関する法律」(国民保護法)にかかわる武力攻撃警報の通知及び気象警報・通報を、衛星回線で市町村へ通知する全国瞬時警報システム(J-ALERT)との接続も含め、システムの即時性、汎用性がますます広く求められるようになってきている。

戸別受信機は、警報・情報を市町村民へ直接通知するシステム端末であり、各戸に設置される機器であるため戸別受信機と呼ばれる。戸別受信機は、拡声子局と共に同システムの裾野(すその)を担うことから、広く各戸へ配布することが市町村民に対する公平な情報サービス、ひいては国民の生命・財産の保護につながる事となる。

2. 背 景

表1に総務省公表の市町村防災無線の整備率を示す(平成19年3月公表)⁽²⁾。市町村防災行政無線整備率には、従来のアナログ方式の整備も含まれるが、デジタル方式の整備率の低さが目立つ。このことから、従来のアナログ方式のデジタル方式への換装、デジタル方式の新規整備市町村を考えた場合にはシステム・機器の需要は多いと見ることができる。

一方で、デジタル方式の整備率の低さはシステム調達にかかる費用の財源確保の難しさからくるものとも見ることができ、本来であれば戸別受信機の全戸配布を行いたいのにもかかわらず、一部の住民にのみ配布されているのが現状である。

3. 開発方針展開・構成

3.1 開発方針

システムの裾野を担う戸別受信機はシステムの中では台数の多い機器となるため、機器費用を抑えることが好ましい。しかしながら、無線変調方式であるTDMA-TDD(Time Division Multiple Access-Time Division Duplex)

表1. 市町村防災整備率(総合通信局ごと)

	市町村防災行政無線整備率(%)	うちデジタル無線整備率(%)
北海道	93.9	5
東北	93.5	6.9
関東	95.9	9.1
信越	99.1	17.2
北陸	92.2	9.8
東海	99.4	20.5
近畿	91.2	6.3
中国	98.2	13.4
四国	93.8	10.4
九州	89.9	8.2
沖縄	80.5	2.4

16QAM(Quadrature Amplitude Modulation)方式は信号の復調にある程度の回路規模が必要になり、技術的に確立はしているもののコストの低減が難しい。

一方で、戸別受信機は一般的なラジオと異なり、工業者による電波状況を確認しながらの設置工事がシステム工事費用に含まれる。設置工事の実際の場合では、あらかじめ調査されていた電波環境調査結果と異なることも多いため、設置の容易化に役立つ機能を求める声もある。

この開発では当初から、ユーザーの声を集約している日本全国の当社支社営業、工事担当部門から現場要望をくみ取り、次の3点を開発方針とした。

- ① 設置工事のための機能
 - ② 安全・安心のための機能：ユーザーに役立つ機能、ライフサイクルコストの低減のための機能
 - ③ 基本機能・性能：(社)日本農村情報システム協会による標準仕様
- ③は標準的な内容であるため、本稿では①及び②の内容を中心に述べる。

3.1.1 構 成

戸別受信機は、市町村同報通信システムの中では台数の多い機器といえるが、携帯電話などの出荷台数の多い通信機器に比べ、製造規模は数百分の一ほどであり、製造における量産効果が小さく、買い換えサイクルもないため、製造ラインの維持が困難な機器であるといえる。そのため、この開発では回路を戸別受信機専用とせず、実装ソフトウェアや論理ゲート回路を変更することで他機器へハードウェアの転用が可能な応用性のあるソフトウェアオリエンテッドな中量産規模向け構成を目指した。

図1に試作戸別受信機構成ブロック図を示す。戸別受信機の内部構成は大きく分けてRF(Radio Frequency)部と信号処理部に分けられる。RF部は防災無線の割当周波数である60MHz帯をダブルスーパーヘテロダイン方式で周波数変換し、450KHzに変換する。汎用部品の採用によって、RF部、信号処理部合わせて約1,000点の電子デバイス

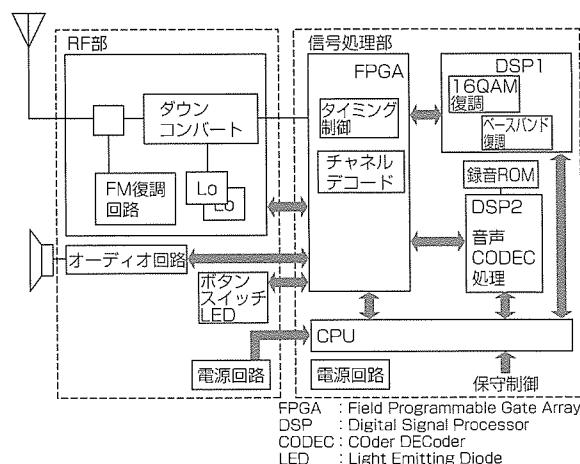


図1. 試作戸別受信機構成ブロック図

のうち、特殊デバイスは、1点のみとしている。戸別受信機単独の専用化用途としてはさらにデバイス数・規模の削減が可能である目途を得ている。

信号処理部前段のRF部では、IF (Intermediate Frequency) 周波数までダウンコンバートした信号をA/D変換し出力している。RF部と信号処理部のインタフェースはデジタル信号に集約しているため、信号処理部は汎用性の高いものとなっている。

なお、この開発ではRF基板上に信号処理基板を子基板として載せる構成を採っているため、戸別受信機筐体(きょうたい)にRF部とともに組み込み、通報受信動作中の状態で不要輻射(ふくしゃ)を評価している。その結果、VCCI(情報処理装置等電波障害自主規制協議会)クラスBをクリアすることを確認した。

3.2 機能

3.2.1 設置に関する機能

図2に試作戸別受信機の外観を示す。この戸別受信機のユーザー操作インタフェースはすべてスイッチ、ボタンとしている。

このスイッチ、ボタンのマンマシンを含めた機器全体制御は、信号処理部のCPU(Renesas Technology社製M16C/62P)が司り、ユーザーインタフェース全体を監視・制御している。この監視・制御は音量ボリュームにも及んでいる。戸別受信機は常時電源ONの状態で作機していることが多く、ユーザーの行う操作及びユーザーインタフェースも非常に少ない。

しかし、機器設置の際に使用するインタフェースも少なくなるのが逆に問題となり、機器設定に専用器材を用いる必要があるなどの事態が起り、現場で設定変更などを行うことが難しいという問題があった。この開発では、音量ボリュームも電子化することで、設置に際しても当該ボタンを設置のための機能割り当てとして用いることができるという優位性をもつ方式とした。

試作モデルでは次の機能を専用器材なしで制御・設定可能とした。

(1) 同報無線同調表示

同報無線のスロットを検出し、同報無線信号を認識している状態であることを表示

(2) 受信レベル測定

受信電界強度測定

(3) 信号品質測定(BER測定)

受信信号BER(Bit Error Rate)測定

(4) 受信周波数変更

同一行政区分にて複数の同報波が受信できる場合、より受信状態の良好な方に変更

3.2.2 安全・安心のための機能の実装

(1) ボタン操作

戸別受信機は通報があったときにしか音を出さないため、ツマミボリュームでも通報があってはじめて設定音量がわかるという問題点もある。今回開発の戸別受信機では、すべてをボタン制御にすることでボタン押下ごとの確認音を出すこととし、音量ボリュームに関しては設定音量に連動して音量目安の音も連動する制御を行っている。ユーザーの使い勝手を向上させるとともに、視覚の不自由な人に対する配慮を行うことにも役立っている。

(2) 乾電池動作

戸別受信機は停電時、乾電池動作できることを必要とするが、この戸別受信機では一般市販乾電池単一～単三を使用することが可能であり、ソフトウェアによる電源管理によって単一アルカリ乾電池4本で72時間^(注1)の動作を確認している。

また、一般的に戸別受信機には乾電池電圧監視・警告機能を実装しているが、この開発ではさらにこれを推し進め、液漏れ防止回路を実装した。乾電池の液漏れによって機器そのものがダメージを受け、機器のライフサイクルの短くなることを防止する機能である。

(3) 録音機能

機器動作パラメータ、オブジェクト格納用のROM(Read Only Memory)を録音機能としても活用している。この結果として、録音用のRAM(Random Access Memory)が不要となり、録音管理はROMメモリアドレス空間の管理に帰着する。これまで、戸別受信機では録音時間と録音件数が録音性能指針として使われてきた。しかし、この戸別受信機では件数制限という概念がなく、メモリ空間(録音時間)を無駄なく使用できる。また、電源供給のない状態でも録音内容を保持できるメリットがある。

(4) 外観・操作性

この戸別受信機はすべてスイッチ、ボタン操作であることを前述しているが、日常触れる必要のない電源スイッチを除いて、ボタンは図2の外観からもわかるようにすべて

(注1) 5分受信, 55分待ち受け動作, 三菱アルカリ電池LR20Jで

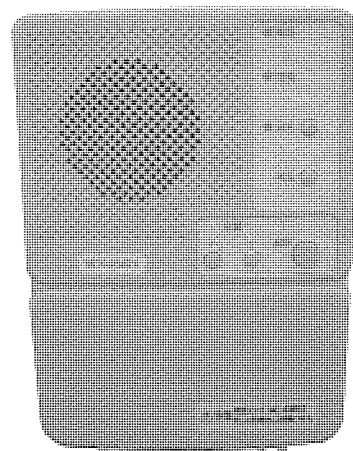


図2. 試作戸別受信機の外観

前面に配している。操作ボタンは操作のカテゴリから録音・再生操作系と、音量操作の2か所に分け、パネルも2枚に分けている。このパネルは、蓄光塗料自体がパネル塗装となっており、その他の塗料は文字色のみである。パネル色を蓄光塗料そのものとする事で、合理的に塗装工程を省略し、戸別受信機の夜間の視認性を高めることとの両立を図っている(図3)。

(5) より多くの情報のために(FMラジオ)

戸別受信機のオプション機能としてFMラジオ聴取可能モデルを開発している。近年、地域コミュニティFM局の運用が活発であること、また、災害時の情報聴取には公共FM局などからの放送も重要であることから、情報入手経路の冗長化を図るために役立つ機能実装であると期待している。

なお、FMラジオ聴取中においても、同報無線通報指示を受信した場合には自動的に同報無線通報出力に切り替える制御を行うなど、防災無線との連携化を図っている。

4. む す び

戸別受信機の設置を含めたシステム的なコスト低減機能及び、安全・安心をキーワードとした機能を含めた製品開発を行った。この製品開発で、機能の実装の難易度・規模、

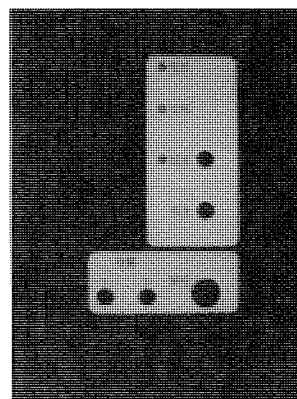


図3. 蓄光パネル

及び簡略化の指針を多く見いだすことができた。今後さらなる機能あたりの価格低減実装を中心とした開発を進める予定である。

参 考 文 献

- (1) 増田真介：市町村デジタル同報通信システム，三菱電機技報，78，No.2，160～163（2004）
- (2) 総務省電波利用ホームページ
<http://www.tele.soumu.go.jp/j/system/trunk/disaster/change.htm>

光ファイバ侵入検知システム

池邊 洋*
吉村 修**

Optical-Fiber Intrusion Detection System

Yo Ikebe, Osamu Yoshimura

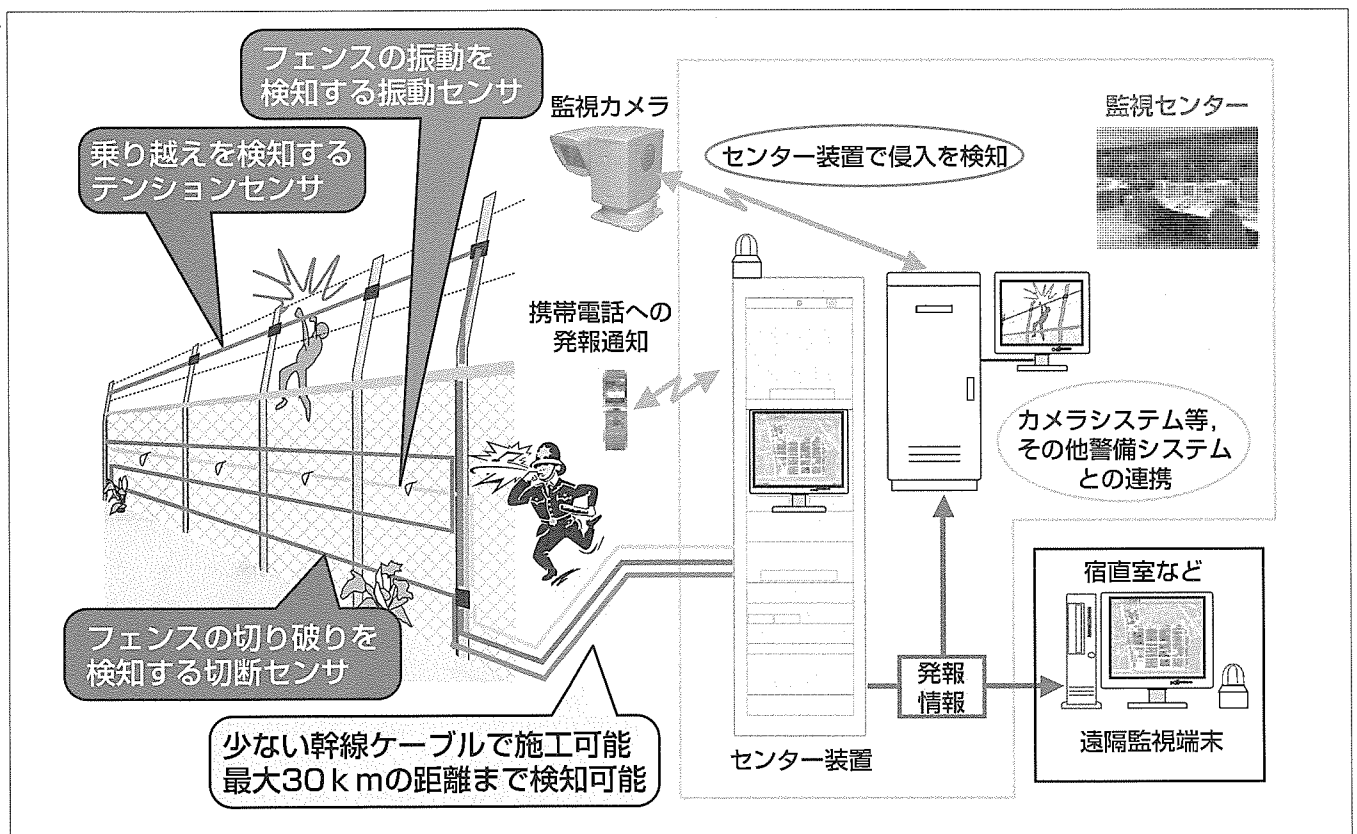
要旨

国際的なテロ対策や国内犯罪の多発に対する安全・安心対策の潮流を受けて、重要インフラ施設や民間企業等において物理セキュリティの強化策が導入され始めている。空港や原子力発電所、自衛隊基地等の重要インフラ施設の場周監視は以前から実施されてきていたが、従来の赤外線センサ方式や機械式センサ方式では、豪雨や濃霧、着雪、雷等の天候による誤発報があり、運用が難しい面があった。また、センサ面の汚れ落としやさび対策等のメンテナンス性も悪く、運用者に負担がかかっていた。今回紹介する光

ファイバ侵入検知システムはFBG(Fiber Bragg Grating)センサを検知センサとして適用し、各FBGセンサからの反射光波長の動態をソフトウェアで情報処理して検知情報を得る構成となっている。

これによって、天候による誤発報がなく、かつメンテナンス性も優れ、運用しやすいシステムを実現している。

本稿では、光ファイバを使った侵入検知システムのシステム概要及びFBGセンサをフェンスセンサとして実装した製品開発のポイントについて述べる。



光ファイバ侵入検知システムの概念図

3種類のフェンスセンサによって侵入者によるフェンスよじ登り、乗り越え、破壊について検知し、位置を特定し、センター装置及び遠隔監視端末を経由して監視者へ即座に発報通知する。また、パンチルドカメラとの自動連携によって、特定した位置の映像の自動撮影や警備員の携帯電話への発報通知も可能である。

1. ま え が き

我が国においても昨今の犯罪の増加等をうけ、公共重要施設、工場等の民間重要施設への不審者の侵入監視設備の導入必要性が高まってきている。FBG光ファイバセンサを使った光ファイバ侵入検知システムは数十kmの長距離エリアを任意の監視区画距離ごとで、電源不要、豪雨／濃霧／着雪／雷等の天候に影響を受けずに、フェンス乗り越え、フェンス振動、フェンス切り破りを検知し、不審者の侵入を監視するシステムである。すでに空港、民間工場の場周、施設監視へ導入され不審者の検知に実績を上げている。

2. FBG光ファイバセンシングの概要

2.1 FBGによる侵入検知原理

このシステムではFBGと呼ばれるセンサを用いて侵入者の位置検知を行っている。FBGセンサは光ファイバのコア部に紫外線を照射して一定周期長の回折格子を焼き付けたもので、当該周期長に依存した特定波長の光を反射する特性を持っており、さらにFBGセンサに加わるひずみによって当該周期長が変化することで反射光の特定波長も変動する(図1)。この特性を利用して検知区画ごとに異なる周期長のFBGセンサを配置し検知区画を特定するとともに侵入等によるFBGセンサに伝わるひずみ量(波長変動量)によって侵入レベルを判定する。

2.2 システム概要

光ファイバ侵入検知システムでは、3種類のフェンスセンサを必要に応じて組み合わせて構成することができる(図2)。フェンスのよじ登りの振動を検知する振動センサ、フェンスの乗り越えを検知するテンションセンサ、さらに車や不審者によるフェンス破壊を検知する切断センサである(図3)。また、フェンスセンサによる検知区画は2m以上の任意距離ごとに構成することができ、設置フェンスの状況や客先のニーズに合わせて構成することが可能となっている。フェンスセンサは幹線光ファイバによって数珠つ

なぎに接続されセンター装置へ誘導集約される。フェンス側では光幹線ケーブルとフェンスセンサの取り付けのみで電源が不要であるため工事が容易であり、監視区域の延長増設も容易である。センター装置はCバンドASE(Amplified Spontaneous Emission)光源、光チャンネルセレクタ、光サーキュレータ、光波長スペクトル測定器、情報処理サーバ等で構成される。数十チャンネルに対応した光幹線システムを即座に切り替えて監視することが可能で、これによって合計数十kmの長距離エリアを検知区画ごとに監視することが可能である。さらに、検知区画ごとに検知感度レベルを設定することも可能で運用時の警戒レベルに応じて検知感度調整が可能となっている。監視端末では監視エリアの地図表示と検知区画ごとの検知発報表示(表示、パトライト、音)、発報履歴表示、発報停止暫定マスキングや監視カメラへの自動通知、携帯電話等への自動発報通知やその他システムへの接点通知等が可能となっている。また、複数の監視所において複数遠隔監視端末で同様の監視操作表示を行うことも可能である。

3. FBGセンサの実装化

FBGセンサをフェンスセンサとして利用するためには、よじ登り時の振動、乗り越え時の引っ張り等の侵入事象を

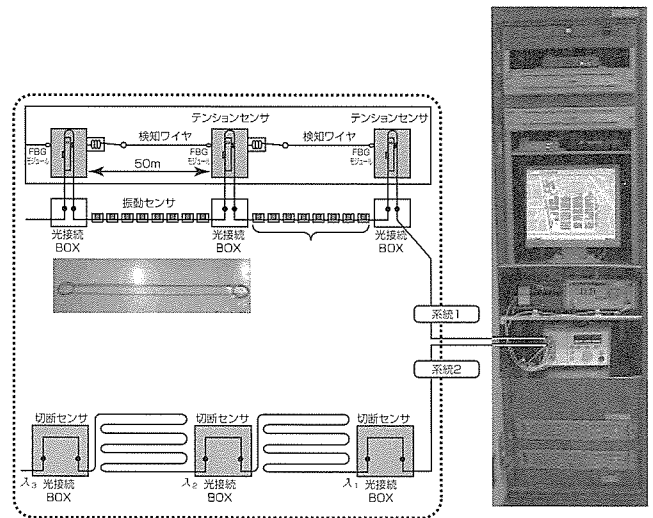


図2. システム構成

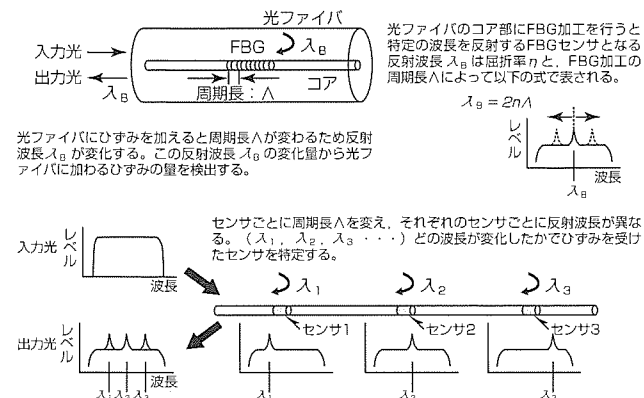


図1. FBGセンサによる侵入検知原理

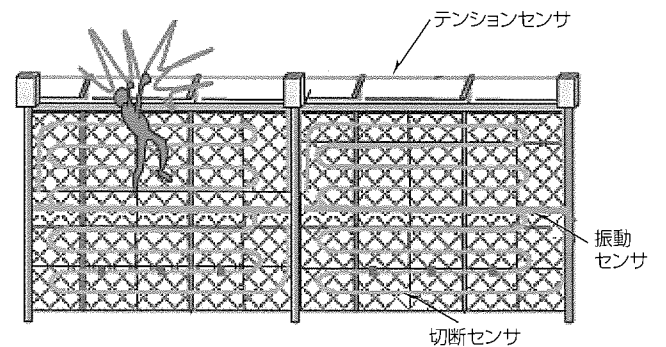


図3. 3種類のフェンスセンサ

FBGセンサのひずみ量として確実に捕捉し、かつ侵入検知センサとして検知感度調節も可能なデバイス化(実装化)が不可欠である。また、情報処理も含めて、気温変化等の環境要因による誤発報対策も考慮した検知精度の高いシステムを実現している。

3.1 テンションセンサ

テンションセンサは侵入者によるフェンス乗り越えをテンションワイヤの引っ張りによって検知するセンサである。テンションセンサは、テンションワイヤとFBGセンサが入っているテンションセンサケースによって構成され、FBGセンサは、テンションワイヤを連結した片持ち梁(はり)構造のFRP(Fiber Reinforced Plastics)板に一体化して用いている(図4)。侵入者によってテンションワイヤが引っ張られてFRP板がたわんで生じたひずみをFBGセンサが検知する仕組みである。また、1本のファイバの系統にCバンド光源帯域の40nm内に最大40波長までのFBGセンサを取り付けられるようにするため(1センサの波長シフト量<1nm)、ひずみによる波長のシフト量を片持ち梁FRPの材質、板厚、長さ、FBGセンサの取り付け位置、構造によって制御を実現している。また、大荷重によるFBGセンサの破損を回避するために、大きな荷重に対しては、ストッパを設けてFRP板及びFBGセンサを保護する構造としている。

3.2 振動センサ

振動センサは侵入者によるフェンスよじ登り等のフェンスの振動を検知するセンサである。様々なフェンス種類(メタルメッシュフェンス、ネットフェンス等)に対するよじ登り侵入を想定し、侵入時のフェンスにかかる過重によるフェンスのひずみを、フェンスに装着されたFBGセンサで検知する。このため、フェンスの広範囲のひずみを1点のFBGセンサのひずみに変換するため、FBGセンサを取り付ける部位の剛性がその他の部位の剛性より小さくなるように切欠き構造をもったFRP製ロッドを使用している(図5)。

3.3 切断センサ

切断センサは侵入者によって光ファイバが破損や切断されていないかを検知するセンサである。切断センサはFBGセンサ取付け部材の気温によるひずみの影響を避け

るために熱膨張係数の小さいCFRP(Carbon FRP)部材に固定し、光クロージャに固定している(図6)。反射光波長の異なる切断センサを検知区画ごとに設置する。切断センサ系統光路上に破損や切断か所があるとその先のFBGセンサからの反射光受信レベルが低下又はゼロとなることで破損や切断か所の特定をしている。

3.4 気温変化に対する誤発報対策

FBGセンサは温度にも依存して反射光波長が変化するため、季節/昼夜による気温変化に応じて反射光波長が変動する。気温変化に伴う単位時間反射光波長変動割合は、侵入による急激な変動割合に比して小さいため、また、気温変化に伴う反射光変動は複数のFBGセンサで同時に発生することから、これらによって両者を判別する処理を行って誤報対策を実施している(図7)。

また、気温変化に伴うFBGセンサの反射光波長変動量や単位時間変動割合の温度特性はFBGセンサすべてで同一でなく、個々にばらつきがある。そのため、一定特性に基づいた温度特性補正ではなく、FBGセンサごとの温度特性に応じて温度補正を行う必要がある。そこで、緩やかな反射光波長変動に対してはFBGセンサごとに反射光中心波長を変動追従させ、気温変化に伴う温度補正を行っている。これによって、各FBGセンサ自身の温度特性のばらつきや設置場所環境条件の違いによる温度変化のばらつきを吸収して気温変化に伴う誤報をカットしている。

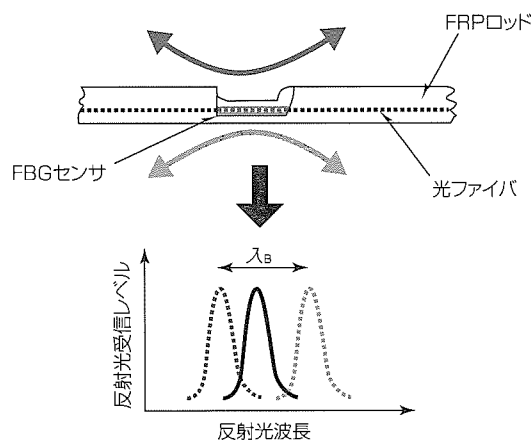


図5. 振動センサ

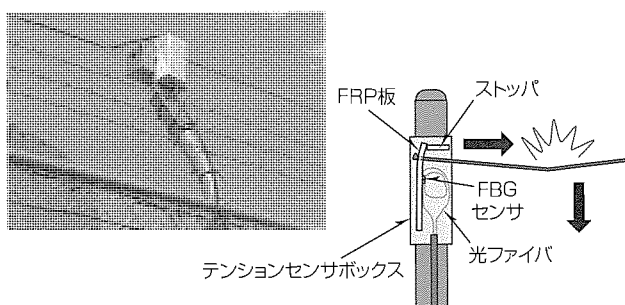


図4. テンションセンサ

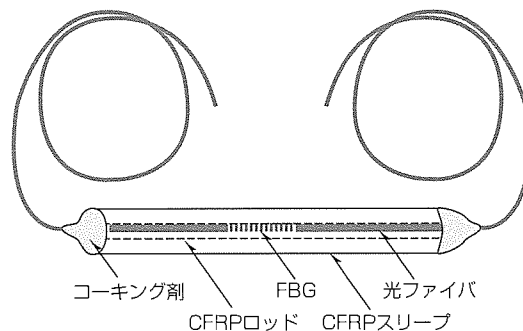


図6. 切断センサ

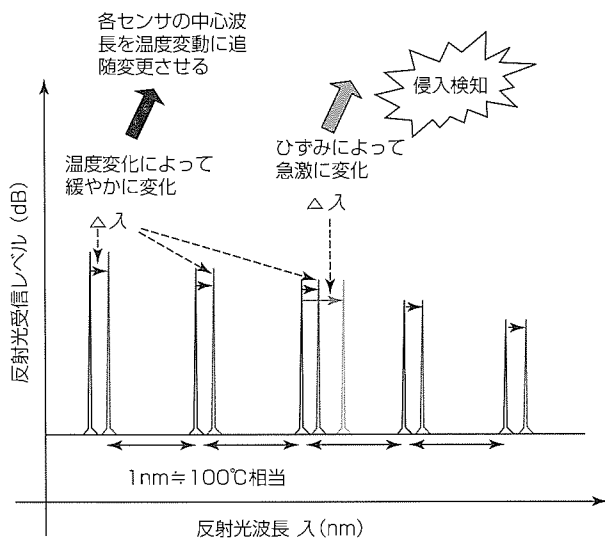


図7. 気温変化と侵入による反射光波長の変動

3.5 強風による誤発報対策

ネットフェンス等の剛性の弱いフェンスでは強風による揺れによって振動センサが誤発報する可能性があるため、誤発報防止対策を施している。強風による振動センサのFBGセンサの反射光波長変動は、連続する検知区画においてほぼ同等の変動振動数を示すことから、振動開始のタ

イミング及び連続する複数のフェンス区画において同等の振動数の反射光波長を得た場合は、これを強風による振動と判断し、誤発報をカットしている。

4. むすび

本稿で述べた光ファイバ侵入検知システムは、3種類のフェンスセンサを自由に組み合わせて構成することが可能であるとともに検知区画距離も自由に設定することが可能である。そのため客先予算や重要度に応じてセンサの粗密を重要区域や比較的緩い区域等に区分して配置設計することが可能な柔軟なシステムとなっている。当該侵入検知システムはすでに主要空港や民間工場等で運用実績を上げており、実際に不審者の検知に一役買っている報告もある。今後は、公共インフラ施設を中心に導入が進むことを期待している。

参考文献

- (1) 三菱電機ホームページ
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/news/2005/0215-c.htm>
- (2) 池辺 洋, ほか: 光ファイバ侵入検知システムの標準提案書

車両入退場管理システム

Vehicle Admission Management System

Hiroaki Masuoka, Motokazu Kawaki, Mamoru Ijiri

要旨

最近の情報漏洩(ろうえい)事件など、セキュリティ関連事件の増大によって、企業のセキュリティシステムに対する関心や導入意識が高まってきている。最近では、事業所構内への人の出入管理、建物への出入管理、及び居室への出入管理まで幅広い対応がセキュリティシステムに求められ、三菱電機は、このような多様化した広範なセキュリティニーズにもこたえられる先進的なセキュリティシステムとして、統合セキュリティシステムを開発製作してきた。

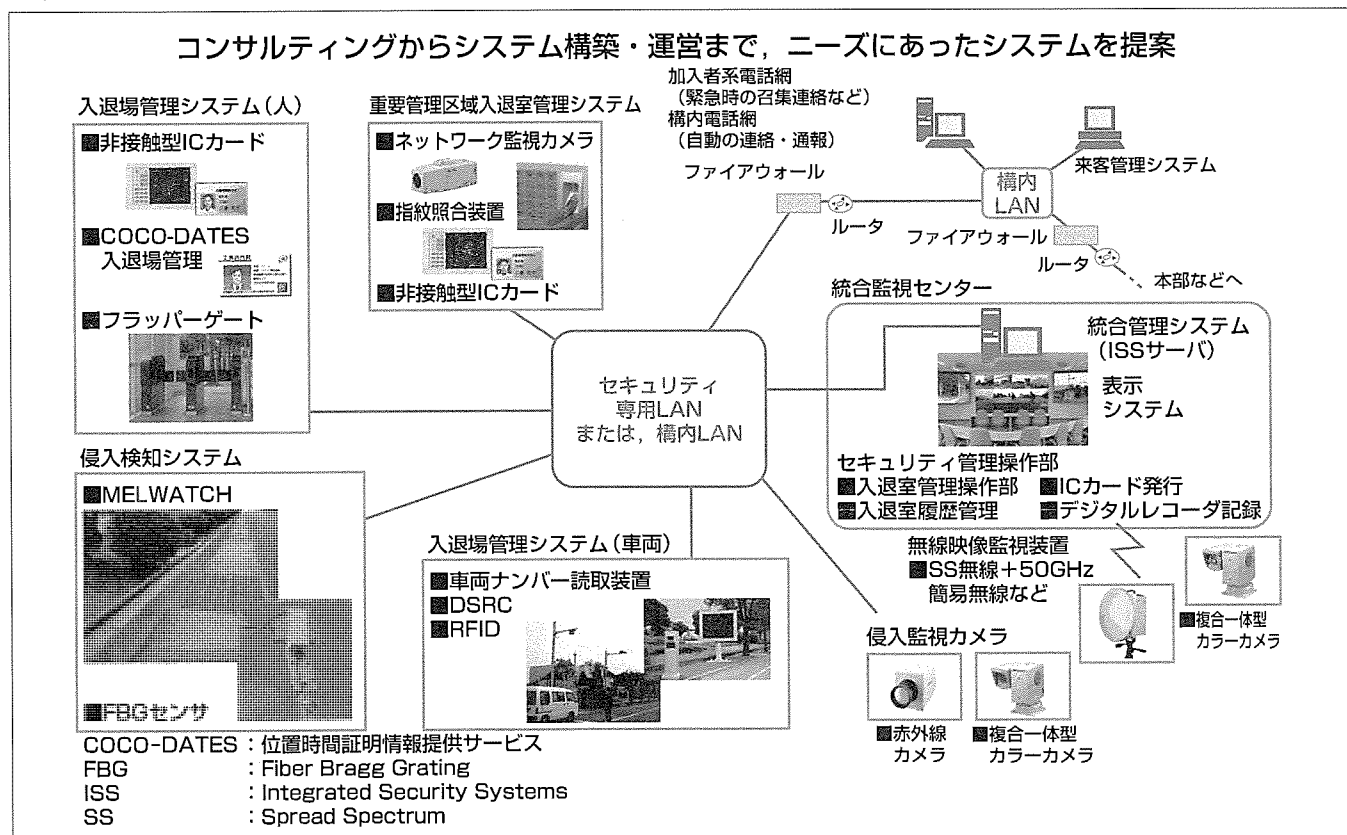
従来のセキュリティシステムは、人を中心にした出入管理システムとして構築されてきたが、最近の企業からのニーズとしては、人の管理だけでなく事業所構内へ出入りする車両の管理への対応も併せて求められるようになってきている。この車両管理に視点を置いた“車両入退場管理システム”の概要や特長、及び導入メリットなどについて述べる。

車両入退場管理システムを構築するためには、車両を区

別・管理する技術が重要であり、システムの運用目的や用途に応じて最適化するための複数の車両認識技術や製品を当社は保有している。例えば、高速走行する車両をカメラでとらえ、瞬時に車両ナンバーを自動読み取りする技術を開発し、社会の安全・安心の確保に寄与するシステムを納入してきた。

最近では、この車両ナンバー読み取り技術のほかに、2006年に利用が許可されたUHF帯のRFIDタグ(電子タグ)を利用した車両認識技術、又、高速道路で利用が拡大しているETC車載器のID情報を通信で瞬時に取り込むDSRC方式による車両認識技術などを開発し製品化をしてきた。

これらの車両入退場管理システムの概要や特長、及び導入メリットなどを説明し、人の出入管理も機能統合できる統合セキュリティシステムについても併せて述べる。



統合セキュリティシステムにおける車両入退場管理システム

車両入退場管理システムなどの個別管理サブシステムから構成され、効果的な情報共有を実現する統合セキュリティシステムを構築することで、最近の多様化する様々なセキュリティニーズに適合できる効率的なソリューションを提供でき、セキュリティ用途だけでなく、勤務状況の把握や、災害時などの危機的な状況下における人員掌握など、多面的なソリューションも提供できるようになってきた。

1. ま え が き

車両入退場管理システムを構築するための代表的な基本技術として、カメラと画像処理を利用した車両ナンバー読み取り技術があり、車への特別な改造が不要で、比較的容易に、敷地構内へ出入りする車両を管理するセキュリティシステムとして導入されてきている。

このほか、UHF(Ultra-High Frequency)帯のRFIDタグを用いた車両認識方式、また、高速道路のETCで利用されている車との個別通信技術であるDSRC(Dedicated Short Range Communication)方式を利用し、ETC車載器のID情報を利用した車両認識方式があり、顧客の多様な運用要件に合わせた最適な車両入退場管理システムを提供できるようになってきた。

2. エリアセキュリティにおける車両入退場管理

2.1 人と車に対応させたエリア管理の設計コンセプト

セキュリティシステムを構築する場合、管理レベルに対応させ、敷地構内をエリアごとに区分し、さらに建物やフロア、居室などの単位で管理することが一般的な管理手法である。

この場合、基本的な管理対象は人となるが、敷地構内へ出入りする車両についても、同様な考え方によって、管理エリアへの出入りを把握管理できるシステム整備が効果的である。

2.2 統合的な車両入退場管理システムの構築

車両入退場管理システムは、それぞれ特長をもった次の3種類の方式があり、運用目的に最適な認識方式と管理システムを選択し組み合わせることで、より確実に効果的となる統合的な車両入退場管理システムを構築することができる。

(1) 車両ナンバー読み取りシステム

車のナンバープレート(自動車登録番号標)を専用カメラで撮影、画像処理することで車両IDを認識管理するため、車両に特別な改造をする必要がなく、システム導入がしやすいという特長を持っている。

(2) UHF帯のRFIDタグによる車両入退場管理

2006年にUHF帯RFIDタグの利用が開放され、長距離対応、小型で電池不要、金属物へ取り付けでも性能低下が少ない金属タグなどもあり、様々な管理対象に同一システムで一元的に対応できるメリットがある。例えば、車両から降りることなく同乗者を一括認証することや、車両と搭乗者を関連付けして認証することなども可能であり、管理システムのシンプル化や統合化が容易となる。

(3) ETC車載器を利用したDSRC方式の車両管理

高速道路で利用されているETC車載器による車両管理であり、豊富な運用実績によって、ほぼ100%の車両ID認

識が実現できる特長がある。したがって、敷地構内に入場する門などに設置し、水際での確実な車両入退場管理に適している。

次に、各々の車両入退場管理システムの概要や特長について述べる。

3. 車両ナンバー読み取りシステム

3.1 車両ナンバー読み取りシステムとは

車両ナンバー読み取りシステムは、走行する車両を撮影し、画像処理によってナンバープレートを瞬時に読み取り、認識管理できるシステムである。車載器やRFIDタグなどを車両側に取り付ける必要がなく、出入り時、安全面を別にすれば、車両の一旦停止や減速の必要がない。

3.2 システム構成と運用例

車両ナンバー読み取りシステムの主要構成は、車番読み取り装置(カメラ・照明部と認識部から構成)と車両管理サーバである。車両ナンバー読み取りシステムをエリアセキュリティの車両入退場管理に用いた場合の機器設置状況を図1に示す。

車両管理サーバは、ICカードの入退場管理機能や来客管理機能も搭載した実例がある。この例の場合、ゲート制御はICカードの認証結果と車両ナンバー読み取り結果で論理(AND, OR)を組み制御することが可能である。例えば、一般入退場車は車両ナンバー認証とドライバーのICカード認証でゲートを開閉し、VIPはICカード認証せずに車両ナンバー読み取り結果でゲート開閉を行うことも可能である。

ただし、車両ナンバー読み取りシステムは、画像処理による認証方式であることと、屋外の光の変化の大きいフィールドで使用される場合は、読み取り率(=全文字読み取り台数÷通行台数)が100%にならないこともあるので注意が必要である。

3.3 機能・性能等

車番読み取り装置の仕様を表1に示す。車番読み取り装



図1. 機器設置状況

置は、運転者に照明光による幻惑を与えずに、24時間のナンバープレートの読み取りが可能である。対象とするプレートは、中型・大型のナンバープレートをつけた軽自動車以上の車両であり、業務用のナンバープレートにも対応している。ただし、自衛隊車両等の特殊なナンバープレートには対応していない。道路の走行車線上に設置するタイプが主流であるが、路側に設置するタイプもある。

車両管理サーバによって、車両の入退場の即時判定に基づく関連装置の制御や履歴管理が可能である。サーバ導入費用の低減によるコスト競争力と幅広いエリアセキュリティのニーズに対応できるように“セミカスタマイズ”をコンセプトに市場投入し、改良を重ねている製品である。さらに2006年度にサーバよりも信頼性・耐環境性の高いシーケンサを用いたローカル認証できるサブシステムも開発し、幅広いフィールド&ニーズへの対応を図っている。今後は車番読み取り装置に替えて、後述するRFIDシステムやDSRCシステムにも接続して車両管理できる改良も予定している。

4. RFIDシステム

4.1 UHF帯RFIDを用いた車両入退場管理システム

従来の短距離型RFIDを用いた車両入退場管理システムでは、ドライバーが一旦停止し、窓を開けて読み取り装置にカードを近接させて入場するなど、わずらわしい動作を必要としていた。また、設置環境によっては、路側帯への読み取り装置設置が困難で、道路両側にしか読み取り装置を設置することができず、近接式のRFIDでは認証行為を行うことができなかった。

UHF帯RFIDの長距離での読み取りが可能である特長を生かし、窓を開けることなく車内からタグをかざすだけで認証を行うことができる車両入退場管理システムを開発した。長距離での読み取りが可能であり、運転者側への読み取り装置設置が困難な環境でも、助手席側の読み取り装置に車内からかざすことで、右側運転席からでも認証が可能である。

さらに、UHF帯RFIDは複数枚の一括読み取りができる

ため、同乗者の一括認証を行うことも可能である。従来の短距離型RFIDでは、同乗者のタグを運転手に渡して1枚ずつ認証してもらうなどのわずらわしい操作を伴ったが、UHF帯RFIDを用いたシステムでは、同乗者が車外のアンテナに一斉にタグをかざすだけで同時認証が可能である。さらに、金属対応の車両タグと組み合わせることで、誰がどの車両で入場したかを関連付けた管理も可能である。

4.2 システム構成と特長

UHF帯RFIDを用いた車両入退場管理システムは、主に読み取り装置(RFIDリーダライタ、アンテナ、ループコイル等の各種センサから構成)、ゲート装置と管理サーバ、通信制御装置で構成される。UHF帯RFIDを用いた車両入退場管理システムのイメージを図2に示す。

管理サーバでは車両だけでなく入構者の検索や来客管理も可能である。UHF帯RFIDは、長距離通信が可能である反面、リーダライタ間での電波干渉が懸念される。このシステムでは、表2に示すように通信制御装置による出力調整、時分割制御、チャネル制御や機器配置の最適化等による干渉回避を行い、車両レーン間での電波干渉回避や隣のレーンでの誤認識を防止している。

また、このシステムでは、電池不要のパッシブ型タグを適用している。電池を搭載したアクティブ型タグでは、タグが厚くなり、電池寿命の考慮が必要等の懸念があったが、パッシブ型タグではカードを薄く作ることができ、汎用の名札ケース等の利用が可能で、電池寿命の考慮も不要であるためタグのリサイクル活用も可能である。

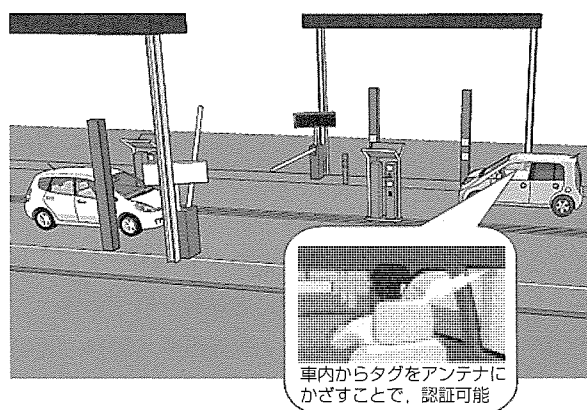


図2. UHF帯RFIDを用いた車両入退場管理システム

表1. 車番読み取り装置の仕様

項目	仕様
対象車両	中型・大型ナンバープレートをつけた軽自動車以上の車両。ただし、自衛隊ナンバーなど特殊なプレートは除く。
読み取りコード	ナンバープレートの全文字(陸運支局コード、車種コード、用途コード、一連番号)
撮影条件	設置場所：屋外/屋内 撮影時間帯：24時間(夜間も可能) 車両進入角度：±5°
通信機能	10Base-T(プロトコル：TCP/IP)
読み取りエリア	幅2.5m、高さ1.0m

TCP/IP：Transmission Control Protocol/Internet Protocol

表2. 干渉回避技術の例

項目	主要機能
出力調整	7段階の出力調整機能によって、タグ受信範囲を最適調整する。
時分割制御	電波射出タイミングをスケジュール化することで干渉を回避する。
チャネル制御	送信チャネルを一定間隔あけることで、干渉を回避する。
機器配置の最適化	電波幅域や周辺環境から、アンテナ方向や読み取り装置の最適位置を決定する。

表 3. ETC車載器で利用可能なIDの種類

項目	ETC車載器利用車番号	WCN
定義	DSRC装置がETC車載器を区別するための番号の一つで、ORSEが付番する。利用者が登録時に車載器管理番号を事業者へ申告し、事業者がORSEへの利用者登録・契約を実施し、ETC利用車番号通知を受け利用する。	電波法及び関連規則に限定された、混信防止のために利用される番号で各車載器メーカーが割り当てる。
利用方法	ORSEが一元管理するユニークな番号で、ETC車載器、多機能型ETC車載器の両方で利用可能である。	専用装置を使い、車載器からWCNを読み取り、事前登録管理する。

ORSE：(勸道路システム高度化推進機構)

ETC：Electronic Toll Collection System (有料道路自動料金収受システム)

WCN：Wireless Call Number (ETC車載器のID番号)

表 4. 車両入退場管理システムの概要と特長

方式・種類	概要と特長
車両ナンバー読み取りシステム	①通常のナンバープレートをそのまま利用するので、比較的、手軽にシステムを導入しやすい。 ②走行中の車両でも認識が可能であり、一旦停止をしない管理エリアの通過チェックなどに適する。 ③画像処理によってナンバープレートを認識しているため、汚れや、外部環境(朝夕の太陽光の向きなど)の影響を受けやすく、設置場所選定には注意が必要である。 ④寒冷地の冬期では、ナンバープレートへの雪付着や汚れなどによって読み取れない場合が発生する。
RFIDシステム	①長距離に対応できるUHF帯のRFID電子タグ(内蔵電池不要)を取り付け車両管理できる。 ②将来的には、車両、ドライバーや同乗者、荷物なども、同一システムで一元的な管理が可能となる。
DSRCシステム	①普及が進んでいるETCシステムと同様の通信方式によって車載器のIDを読み取り車両認識するため、運用実績が豊富で、車両IDを確実に認識できる。 ②通信速度が速いので、将来は同乗者や荷物情報などを一気に路側機器側と通信することが可能であり、システム拡張性が優れている。

5. DSRCシステム

5.1 DSRCシステムとは

DSRCとは狭帯域通信と呼ばれる通信方式で、高速道路の有料道路自動料金収受システム(ETC)で採用されている。DSRCシステムはETCの車載器を利用し、高速道路以外でも車両の認証や決済などを行えるようにしたものである。

5.2 システム構成と運用例

DSRCシステムの主要構成は、車載器との制御を行うDSRC無線装置とDSRC制御装置である。ただし、DSRC制御装置は通行履歴検索や所有者情報の管理などユーザーのニーズに対応してカスタマイズを要する機能には対応していないため、別途ユーザーの運用管理・情報管理に対応できる車両管理サーバ等が必要である。DSRCシステムはすでにショッピングモールの駐車場、ドライブスルー設備のあるファーストフード店などにも整備されている。

DSRCシステムをセキュリティへ適用する場合、運用上の注意点として、高速道路のETCのような低速でのノンストップで運用を行わず、一旦停止を行う運用でシステムを構築している。これは事業所などへの出入りでは、安全面と不特定(不慣れ)車両が出入りする可能性が高く、未登録車両などが停止した場合、後続車の衝突が懸念されるためである。

ETC車載器の普及が大幅に進んでおり、今後、一般の駐車場や施設、敷地構内の出入管理への採用増加が見込まれる。

5.3 ETC車載器のID情報の扱いについて

ETC車載器のID情報は表3に示す2種類があり、システム構築時に、車両管理のキーデータとして考慮する必要がある。

6. 車両入退場管理システムの比較

車両入退場管理システムは、車両認識方式の差異によって機能や特長が異なるため(表4)、顧客の運用要求に合わせて、システム選択や組み合わせを行うことで、効果的なシステムを構築することができる。最新の車両認識技術として、高速道路のETCに利用されているDSRC技術を利用した車両入退場管理システムが増えつつある。

7. む す び

統合セキュリティシステムを構成する主要なサブシステムである車両入退場管理については、従来、車両ナンバー読み取りや短距離型RFIDなどによる車両入退場管理が実用化され、最近では、長距離通信が可能なUHF帯RFIDシステムやETCで用いられているDSRC方式の車両入退場管理システムを製品メニューに加えることで、顧客の多様化する運用要求に合致した最適ソリューションの提供が可能になってきた。

さらに、統合化の設計コンセプトに従い、基本となる人の出入管理システムと車両入退場管理システムで扱う情報を、共有化や関連付けを行うことで、より確実に効果的なセキュリティシステムを構築できるようになってきており、今後とも最適なセキュリティソリューションを提供していく所存である。

クリーンな地球環境の実現に貢献する 最適な廃棄物処理管理システム

師岡 優* 田嶋伸幸**
田口安広* 小山幸春*
山岡憲一**

Waste Disposal Management System for a Clean Global Environment

Masaru Morooka, Yasuhiro Taguchi, Kenichi Yamaoka, Nobuyuki Tajima, Yukiharu Koyama

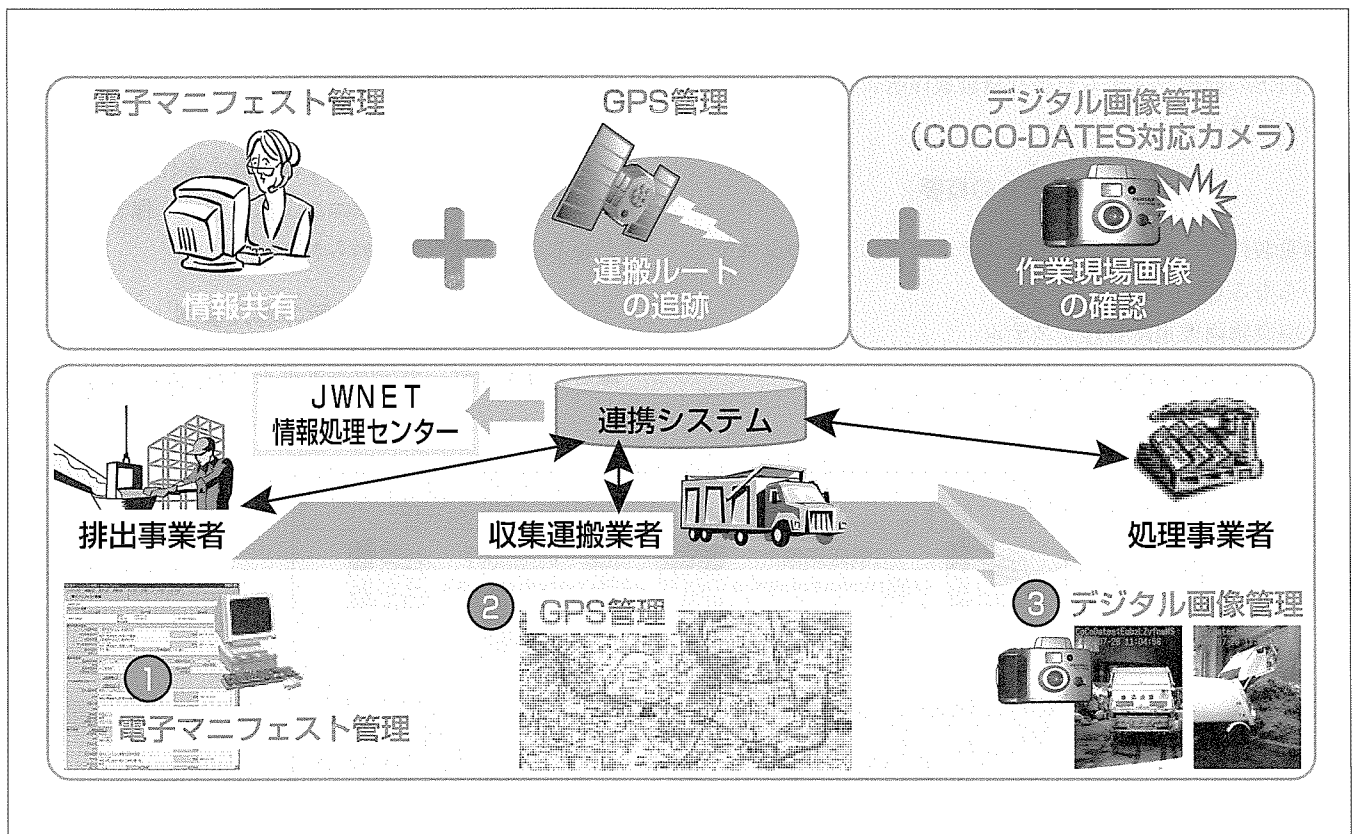
要 旨

“COCO-DATES(位置時間証明サービス)”は、“位置”と“時間”の情報をGPS(全地球測位システム)衛星からの位置情報と、気象衛星からの雲の画像を基に生成する証明コード(COCO-DATESコード)によって、第三者の立場で認証することを可能にしたサービスである。さらにCOCO-DATESコード付き写真によって、撮影時刻や場所を証明する写真証明サービスを実現している。

COCO-DATESの利用用途としては、①食品トレーサビリティ分野での出荷場所や製造日時などの証明、②産業廃棄物分野での廃棄物の排出、運搬、廃棄処理をCOCO-

DATESコード付き写真で撮影することによる不法投棄・不適正処理の防止、③工事管理分野での建築・土木工事現場などをCOCO-DATESコード付き写真で撮影することによる作業証明、④訪問、派遣業務の業務開始・終了時の場所と時刻の証明、など多岐にわたる。

今回、三菱電機㈱鎌倉製作所における産業廃棄物処理に対してCOCO-DATESを適用し、廃棄物処理管理の強化が図れることを確認した。本稿ではCOCO-DATES適用の背景、導入システムの概要、本格導入前に実施した実証試験内容と結果について述べる。



廃棄物画像追跡管理システムとCOCO-DATESの連携システムの概念図

アースデザインインターナショナル㈱が提供する“廃棄物画像追跡管理システム”と当社が提供するCOCO-DATESの連携システムを示す。廃棄物画像追跡管理システムは、電子マニフェスト管理、GPS(運搬ルート)管理、デジタル画像管理で構成され、マニフェスト情報と運搬ルート及び作業現場画像を関連付けることで廃棄物処理の透明化を図る仕組みである。さらには、作業現場画像にCOCO-DATESを適用することによって、写真偽造防止、及び“いつ”“どこで”作業がなされたかを証明することができる。

1. ま え が き

産業廃棄物処理においては、1998年にすべての産業廃棄物に対してマニフェストの使用が義務付けられ、不法投棄の防止や適正処理の確保を目的に施行されてきた。しかしながら不法投棄があとを絶たない状況の中で、2005年5月には廃棄物の不適正処理に対する罰則が強化され、排出事業者は廃棄物が最終処分されるまでの処理過程をいかに管理するかが重要な課題となっている。一方、排出事業者が委託事業者(収集運搬業者、処理事業者)の処理を徹底して監視・管理するには負荷が高く、法制度の縛りだけで不法投棄を抑止し適正処理確保の実効性を上げることは困難である。

このような問題に対する効果的な解決策として、アースデザインインターナショナル(株)(以下“edi社”という。)が提供する“廃棄物画像追跡管理システム”と当社が提供するCOCO-DATESの連携システムがある。

この連携システムは、電子マニフェスト情報に“運搬ルート”や“作業現場画像”のデジタルデータを適正処理の証拠として添付し、管理できるものである。とくに“作業現場画像”はCOCO-DATESが適用され、改ざんのない画像をもって“いつ”“どこで”処理がなされたのかを確実に把握・管理することが可能となる。

本稿では、廃棄物画像追跡管理システムとCOCO-DATESの連携システムを当社鎌倉製作所に適用した事例について述べる。

2. システムの概要

鎌倉製作所に適用した連携システムは次の3つのシステムからなる(図1)。

- ①廃棄物画像追跡管理システム
- ②COCO-DATESシステム

③電子マニフェストシステム

(1) 廃棄物画像追跡管理システム

edi社がASP(Application Service Provider)としてサービスを運用しており、次の特長を持つ。

- ①排出事業者、収集運搬業者、処理事業者はブラウザを使って電子マニフェストの情報を登録・管理ができる。
- ②入力された電子マニフェストの情報は、(財)日本産業廃棄物処理振興センターが運営する電子マニフェストシステム(JWNET)に送信され、保管・管理される。
- ③収集運搬車両に載せたGPSレシーバーによる運搬ルート情報、及び排出現場と処分場で撮影した作業現場画像を電子マニフェスト情報と紐(ひも)付けて保管・管理する。

(2) COCO-DATESシステム(アーカイブサービス)

当社が運営する位置時間証明システムである。GPS衛星で位置を、気象衛星画像の雲の形で時間を特定し、12桁(けた)のユニークなCOCO-DATESコードを発行する、世界で初めてのサービスである。またCOCO-DATESコードはハッシュ関数で数値化しているため、改ざんができないという特徴がある。

COCO-DATESコードと画像を組み合わせることで、画像の撮影場所と時刻の証明と、さらには画像の改ざん防止を可能としたアーカイブサービスを展開している。

(3) 電子マニフェストシステム

国内唯一の環境省指定機関である(財)日本産業廃棄物処理振興センターが運営するシステムである。マニフェスト情報を電子データとしてJWNETに登録する仕組みで、電子マニフェストの活用は紙マニフェスト作成・保管義務の代替となることが法令で定められている。

3. 鎌倉製作所の導入事例

鎌倉製作所では、環境改善推進モデル工場として、地域

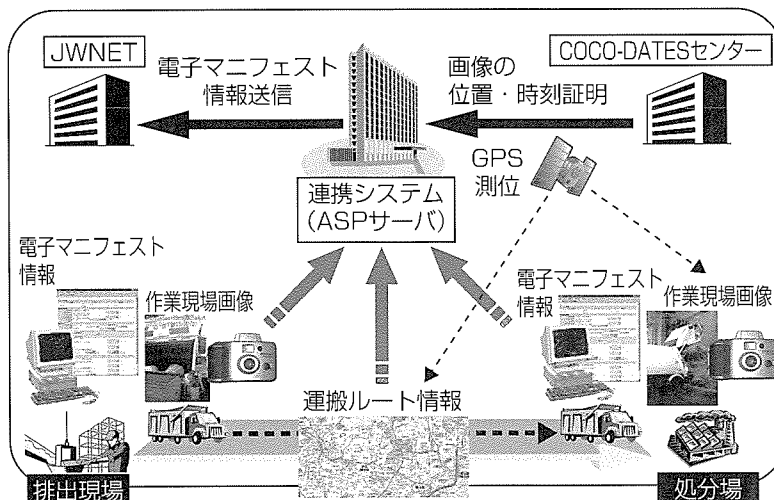


図1. システム全体構成

社会との共存・共栄を図り、鎌倉製作所発信の“不法投棄のないクリーンな地球環境実現への貢献”をスローガンに、EMS(Environmental Management System)推進センターを中心に鎌倉地区の関係会社5社を含めた、産業廃棄物処理の改善に取り組んできた。

この改善策の一つとして廃棄物画像追跡管理システムとCOCO-DATESの連携システムを活用することを目的とし、実証試験を経て本格的なシステムの導入に向けて取り組んだ。

(1) 実証試験の目的

実際に行う廃棄物処理業務の一部において連携システムを試使用し、次の内容を確認することでシステム導入の有効性を検証した。

- 一連の処理の監視・管理に対する有効性
- 現行業務に対する改善効果

(2) 実証試験の内容

鎌倉製作所で扱う廃棄物品目のうち、次にあげる理由から廃油と廃プラスチックを対象に実証試験を行うこととした。

- ①廃油：処理の頻度が多く(マニフェストの発行枚数が多く)、試験サンプルとして適している。また、委託先の処理事業者がすでに電子マニフェストに対応しており、すぐに試験が開始できる。
- ②廃プラスチック：処理の頻度が多く、試験サンプルとして適している。最終処分場が近郊にあり、最終処分までを含めた試験が可能である。

実証試験は、委託先の収集運搬業者及び処理事業者にも参画してもらって、事前に作業フローと作業内容を詰めた上で開始した。作業内容は次のとおりである。

①鎌倉製作所(排出事業者)、収集運搬業者、処理事業者

は廃棄物の排出時/運搬時/処分時の各担当作業において電子マニフェスト活用を実践する。

②鎌倉製作所(排出事業者)、収集運搬業者、処理事業者は排出現場/中間処理場/最終処分場の各担当作業においてCOCO-DATES対応のカメラ(デジタルカメラ、カメラ付き携帯電話)を使い作業現場画像を撮影する。

③収集運搬車には小型のGPSレシーバーを積み、運搬ルート情報を採取する。

なお実証試験は、廃油は8日間、廃プラスチックは2日間で実施した。実証試験の作業フローを図2に示す。

(3) 実証試験の検証結果

実証試験の結果、次の評価のとおり連携システムを導入することの有効性が検証でき、一連の処理の監視・管理が徹底して行え現行業務を改善できることが分かった。

①GPSによる運搬ルート情報と、COCO-DATESによる作業現場画像を活用することによって各処理過程の作業状況(日時、場所、写真)が透明化され、責任の所在が明らかとなった。

②電子マニフェストの活用によって、改ざん防止はもとより、誤記入や報告漏れなどのヒューマンエラーを抑止できる。また運搬ルート情報と作業現場画像のデータを電子マニフェストと紐付けるため、処理内容が正確な情報として保管・管理できる。

③電子マニフェスト化によって、紙伝票のような保管管理の負荷を軽減することができる。また、電子化は履歴情報の確認・集計・報告といった業務の利便性に優れている。

実証試験で使用した連携システムの画面例を図3に示す。

(4) 本格的なシステムの導入

実証試験を通じてシステム導入の有効性を十分に確認で

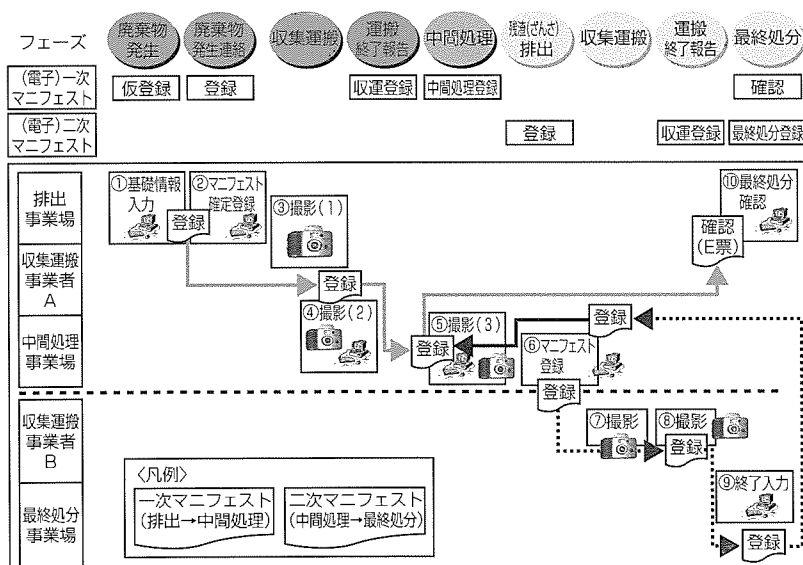


図2. 作業フロー

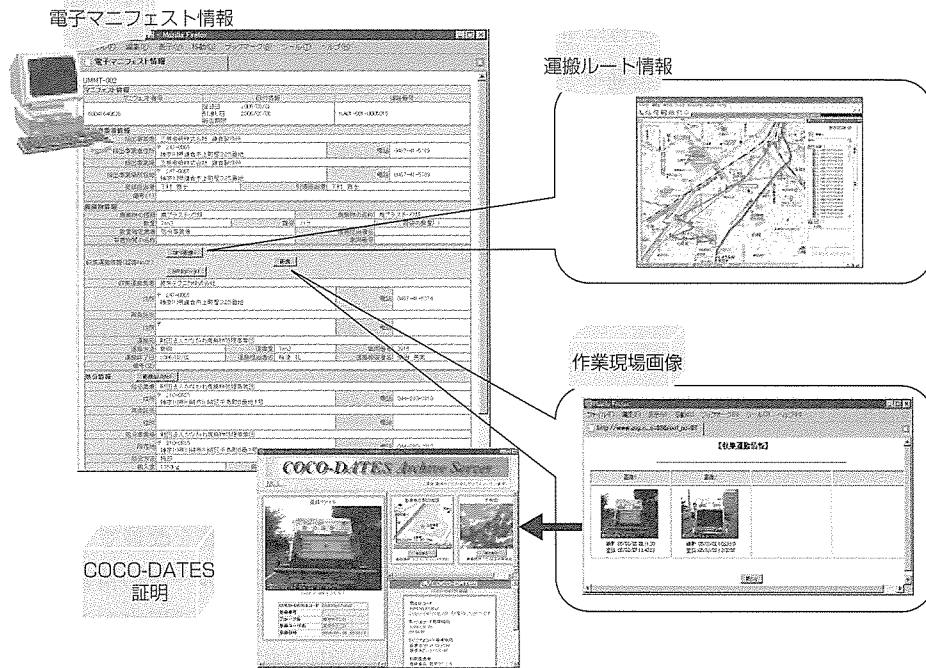


図3. システム画面例

き、廃棄物の全品目(廃油、廃プラスチック、金属屑、木屑、廃酸・廃アルカリ等)を対象とした本格的なシステム導入に向けて段階的に取り組んだ。

廃棄物画像追跡管理システムとCOCO-DATESの連携システムの活用を鎌倉製作所の標準ルールとし、委託先であるすべての収集運搬業者と処理事業者に対して連携システムの活用を促し、現在は本格的に連携システムを使って運用中である。

4. む す び

今回、鎌倉製作所での導入事例において、廃棄物画像追跡管理システムとCOCO-DATESの連携システムによっ

て廃棄物の処理管理を徹底して行えることが十分に検証できた。また、本連携システムを活用することによる排出事業者のメリット(不適正処理の排除等)、及び収集運搬業者と処理事業者のメリット(排出事業者への信頼性アピールによる顧客拡大等)を業界へ広く周知し、COCO-DATESの拡販活動を行っていく。

参 考 文 献

- (1) 富樫昌孝, ほか: 位置時間証明情報提供サービス“COCO-DATES”, 三菱電機技報, 79, No8, 513~516 (2005)

食品の安全と消費者の信頼確保を 目指す食品トレーサビリティシステム

大野次彦* 伊藤正人**
宇都宮国光* 臼坂時雄**
植松雅男**

Food Traceability Systems

Tsugihiko Ono, Kunimitsu Utsunomiya, Masao Uematsu, Masato Itou, Tokio Usuzaka

要旨

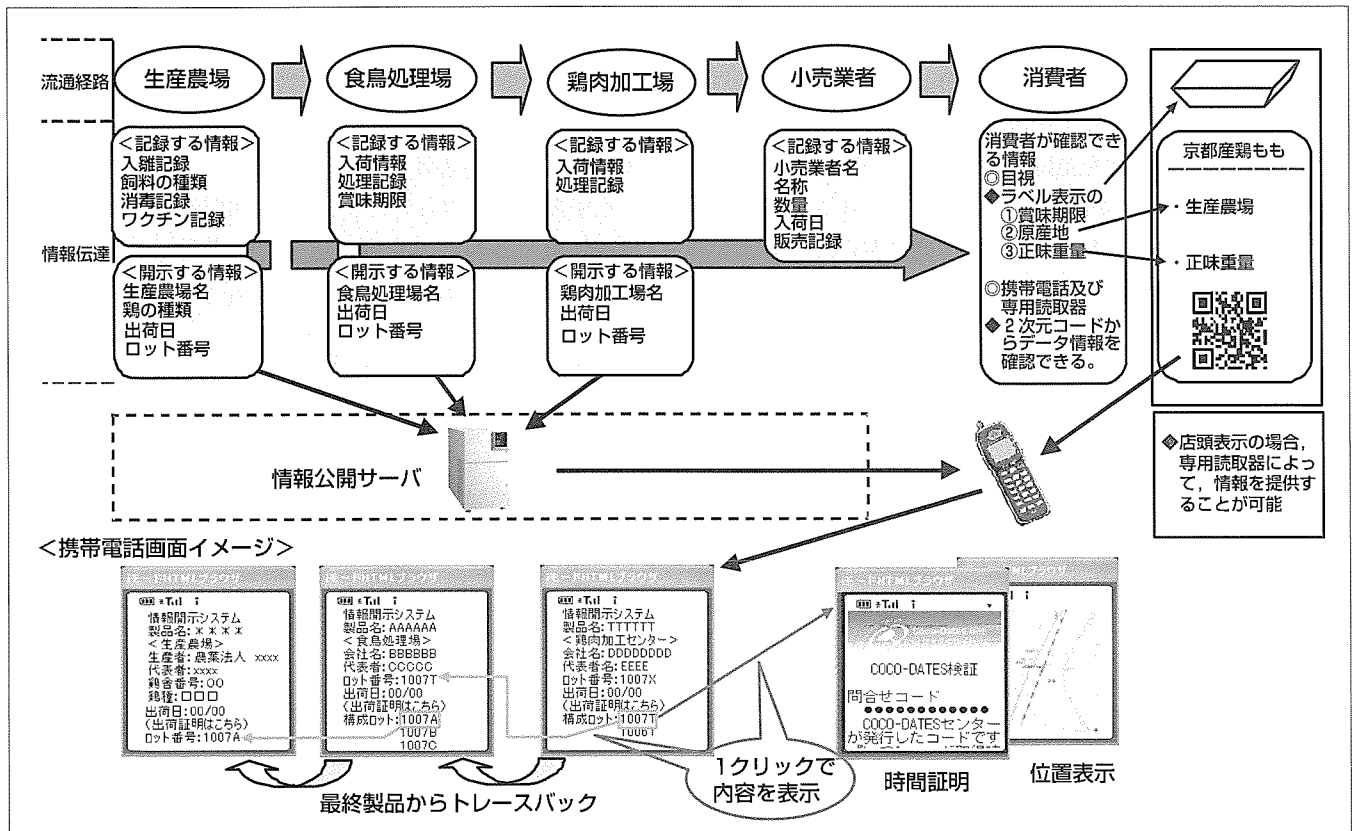
京都鶏卵・鶏肉安全推進協議会では、食の安全・安心の確保に向けて、鶏肉トレーサビリティシステムを構築した。

このシステムは鶏肉の流通経路である生産農場、食鳥処理場、鶏肉加工場、小売までの一貫した情報収集・提供システムであり、生産農場、食鳥処理場、鶏肉加工場の情報はパソコンから入力される。入力された情報は情報公開サーバに蓄積・保管される。消費者は購入した鶏肉パックに張られているラベル(シール)に印刷された二次元バーコードを携帯電話のカメラ(バーコードリーダー)で読み取り、インターネット経由で情報公開サーバにアクセスすることで最終のロット番号に対応した生産・流通情報(出荷日、場所、構成ロット)を検索できる。この構成ロットから順次

一つ前の段階のロットにさかのぼることができる。

トレーサビリティシステムにおいて情報の信頼性が最重要である。今回のシステムにおいては当社の位置・時間証明情報サービスである“COCO-DATES”を採用し、出荷日時・場所の第三者認証を行っている。また、使用機器は基本的にパソコンとラベルプリンタであり、生産農場においては機器の導入をせずに紙だけでの運用が可能なので、小規模事業者でも導入可能としている。RFID(Radio Frequency Identification)などユビキタス・コンピューティング技術も活用している。

今回は鶏肉に限ったシステムであるが、今後は他の食品トレーサビリティシステムへの展開・拡大を検討している。



今回構築した鶏肉トレーサビリティシステムの概念図

生産農場、食鳥処理場、鶏肉加工場での入出荷・処理情報はパソコンから入力される。入力された情報は情報公開サーバに蓄積・保管される。消費者は購入した鶏肉パックに張られているラベル(シール)の二次元バーコードを携帯電話で読み取って情報公開サーバにアクセスし、ロット情報を順次検索することができる。

1. ま え が き

近年、食品の安全性を保証する手段の一つとして食品トレーサビリティが注目を集めている。

京都の養鶏業は2004年に発生した高病原性鳥インフルエンザによって大きなダメージを受けた。そこで生産者である養鶏場と流通業者が中心となり、京都府の支援を受けて京都鶏卵・鶏肉安全推進協議会を立ち上げ、消費者の信頼回復に取り組んできた。

京都鶏卵・鶏肉安全推進協議会の「鶏肉トレーサビリティシステム開発事業」は、農林水産省の「平成18年度ユビキタス食の安全・安心システム開発事業」として実施された。三菱電機は三菱電機インフォメーションシステムズ(株)とともに協議会から委託を受け、「きょうと方式の鶏肉トレーサビリティシステム」の構築に携わった。このシステムでは当社の位置・時間証明情報サービス“COCO-DATES”⁽¹⁾を第三者認証として採用している。

本稿では、この鶏肉トレーサビリティシステムを中心に、食品トレーサビリティシステムについて述べる。

2. システムの概要

2.1 食品トレーサビリティとは

農林水産省では「食品のトレーサビリティ」「トレーサビリティシステム」を次のように定義している⁽²⁾。

「食品のトレーサビリティ(追跡可能性)」

生産、処理・加工、流通・販売のフードチェーンの各段階で、食品とその情報を追跡し遡及(そきゅう)できること。(注：川下方向へ追いかけるとき追跡(トラッキングまたはトレースフォワード)といい、川上方向にさかのぼるとき遡及(トレーシングまたはトレースバック)という。)

「トレーサビリティシステム」

トレーサビリティのための、“識別”“データの作成”“データの蓄積・保管”“データの照合”の実施の一連の仕組み。組織・体制、文書化された手順書、及びプロセスと経営資源(要員、財源、機械、設備、ソフトウェア、技術・技法)、規則、教育・研修などからなる。

食品トレーサビリティシステムにおいては、

- フードチェーンの各段階での情報の収集
- トレーサビリティのための識別(ロット)
- 収集した情報の遡及及び追跡

についての一連の仕組み作りがポイントとなる。また、消費者から見て、情報の“信頼性”確保が最も重要である。

今回の鶏肉トレーサビリティシステムでは、これらのポイントを踏まえてシステムを構築した。

2.2 システム開発の目的

- (1) 消費者に迅速かつ積極的に生産流通履歴情報を提供し、また携帯電話等での簡便な情報検索を可能にさせることで、信頼性の向上を図る。
- (2) 一連の仕組み・取決めによって、鶏肉の安全性向上を図る。
- (3) 小規模事業者でも導入可能なシステムを開発する。

2.3 鶏肉の生産・流通段階での情報収集

今回構築したシステムの概要図を図1に示す。

- (1) 鶏肉は以下の流通経路を経て消費者の手に渡る。
 - ①生産農場(養鶏場)→②食鳥処理場→③鶏肉加工場→④小売業者→⑤消費者
- (2) 生産農場(養鶏場)

生産農場で育てられた生鳥は食鳥処理場に出荷される。出荷情報とともに、生産農場での生産履歴情報(雛の種類・入荷日、飼料、ワクチン接種記録など)も収集できる

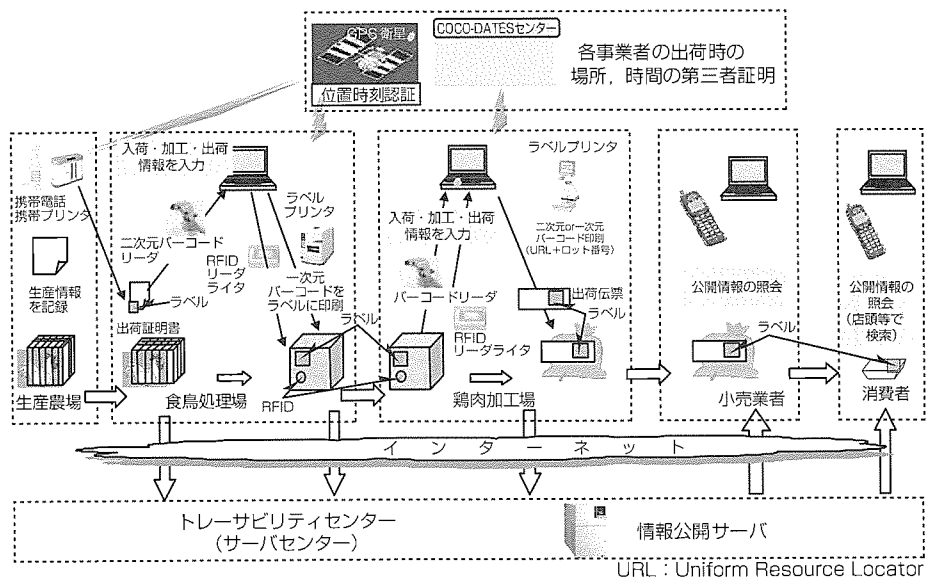


図1. システム概要図

仕組み(パソコンによる入力システム)を今回開発した。なお、今回のシステムの場合、この情報は食鳥処理場で入力される。また、生産農場から出荷した日時、及び生産農場の場所についての第三者認証として、携帯電話と携帯プリンタによるCOCO-DATESシステムパッケージ製品“ココトレサ”を一部で使用している。

(3) 食鳥処理場

食鳥処理場では生鳥が処理解体されて鶏肉となる。食鳥処理場での入荷情報、処理情報、及び鶏肉加工場への出荷情報を収集できる仕組み(パソコンによる入力システム)を今回開発した。画面の例を図2に示す。なお、食鳥処理場から出荷した日時、及び食鳥処理場の場所についての第三者認証としてCOCO-DATESを使用している。

また、出荷時のロット番号はラベル(シール)に印刷され、鶏肉の入った袋や箱に張られている。

(4) 鶏肉加工場

鶏肉を受け入れた鶏肉加工場(鶏肉加工場には、スーパー・小売業者のバックヤードも含む)では、小売業者・消費者への販売のために加工・パッキングを行う。鶏肉加工場での入荷情報、処理情報、及び小売業者・消費者への出荷情報を収集できる仕組み(パソコンによる入力システム)を今回開発した。鶏肉加工場から出荷した日時、及び鶏肉加工場の場所についての第三者認証としてCOCO-DATESを使用している。また、出荷時のロット番号はバーコードとともにラベル(シール)に印刷され、出荷伝票や消費者が購入するパック等に張られている。

(5) 開示する情報と記録する情報の区分け

今回のシステム構築にあたり、情報公開サーバに蓄積・保管する情報(=開示する情報)と、紙・パソコン内に記録する情報(=記録する情報)の区分けをした。また、生産農場の情報は食鳥処理場で入力されるので、生産農場においては紙だけの運用も可能とした。

(6) トレーサビリティセンター(サーバセンター)

生産農場、食鳥処理場、鶏肉加工場の情報はトレーサビリティセンターの情報公開サーバに蓄積・保管される。

今回のシステムで情報公開サーバに蓄積・保管される情報には第三者認証としてのCOCO-DATESの情報(COCO-DATESコード)も含まれている。

2.4 ロットの考え方

トレーサビリティのための“識別”として重要なのがロットである。鶏肉のような食品のトレーサビリティではロットの統合や分割が行われることから、この取り扱いがポイントとなる。

(1) 生産農場

“同一鶏舎で同一日に導入、同様の飼養管理をされ、出荷された鶏群”を一つのロットとした。ロット番号は食鳥処理場に入荷された時点で付与される。

(2) 食鳥処理場

製品ごと、出荷便(先)単位に新たなロット番号を付与するものとした。

(3) 鶏肉加工場

入荷は食鳥処理場のロット番号を引き継ぎ、出荷は製品ごと、出荷便(先)単位に新たなロット番号を付与するものとした。

(4) ロット番号の紐(ひも)付け

上記のように、ロット番号は生産農場から鶏肉加工場(小売)まで同じものが引き継がれるわけではないので、情報の追跡及び遡及にあたってはロット番号の紐付けの仕組みを持たせている。

2.5 収集した情報の遡及及び追跡

(1) 情報の遡及(トレースバック)

消費者が購入する鶏肉パックには最終のロット番号と二次元バーコードが印刷されたシールが張られている。このシールを携帯電話のカメラ(バーコードリーダー)で読み取り、インターネットを経由して情報公開サーバにアクセスすると、最終のロット番号に対応した生産・流通情報(出荷日、場所、構成ロット)が携帯電話に表示される。画面表示の例を図3に示す。この構成ロットから順次一つ前の段階のロットにさかのぼることができ、最終的には生産農場のロットまでさかのぼることが可能である。

また、第三者認証であるCOCO-DATESの詳細情報(出荷証明)も携帯電話に表示させることが可能である。

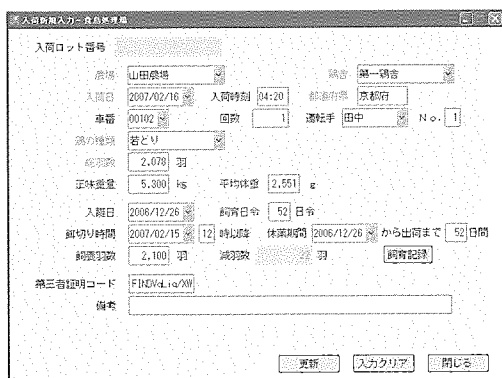


図2. 構築したシステムの画面例

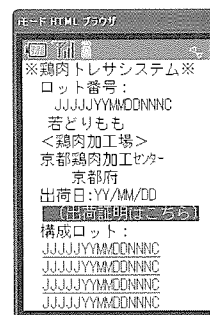


図3. 携帯電話でのロット情報表示例

なお、上記は携帯電話だけでなく、インターネット接続のできるパソコンでも可能である。

(2) 情報の追跡(トレースフォワード)

情報公開サーバに蓄積・保管されたデータを生産農場の出荷段階から追跡することも可能である。ただし、この機能は参画した事業者のパソコンのみに提供している。

3. システムの特長

3.1 COCO-DATESによる第三者認証

食品トレーサビリティシステムにおいて情報の“信頼性”が最重要であることは2.1節で述べた。情報の“信頼性”確保にあたっては第三者認証を得る必要がある。今回のシステムにおいては、第三者認証として当社の位置・時間証明情報サービスである“COCO-DATES”を採用している。

COCO-DATESはGPS衛星で位置を、気象衛星画像の雲の形で時間を特定し、12桁のユニークなCOCO-DATESコードを発行する、世界で初めてのサービスである。またCOCO-DATESコードはハッシュ関数で数値化しているため改ざんができないという特長がある。

3.2 小規模事業者でも導入可能なシステム

食鳥処理場、鶏肉加工場に導入する機器は、基本的にはパソコンとラベルプリンタである。また、生産農場の情報は食鳥処理場で入力されるので、生産農場においては機器の導入をせずに紙だけでの運用が可能である。これらによって、小規模事業者でも導入可能なシステムとしている。

3.3 ユビキタス・コンピューティング技術の活用

今回構築したシステムではGPS(Global Positioning System)カメラ機能を持つ携帯電話、二次元バーコードなどいくつかのユビキタス・コンピューティング技術を活用している。食鳥処理場から鶏肉加工場に輸送する間の温度管理のために、輸送品に温度センサ付RFIDを張り付けて情報を収集しているのも今回のシステムの特長の一つである。

3.4 既存システムとのインタフェースを考慮

食鳥処理場、鶏肉加工場において、生鳥や鶏肉を処理するための生産設備・制御機器や情報システムをすでに導入している事業者は少なくない。これらの設備・機器とのインタフェースをとることで、運用面(情報の二重入力)での手間を省く必要がある。

今回のシステムの場合は、情報公開サーバに情報をアップロードする仕組みと出荷時のCOCO-DATESコードを取得する仕組みをライブラリとして構築し、食鳥処理場、鶏肉加工場の既存システムに組み込んだ。今後の普及にあたっては、これを発展させて複数事業者、既存システムとの連携のための共通方式にすることが課題である。

4. む す び

今回のシステムに参画した事業者は生産農場183(9府県)、食鳥処理場6(5府県)、鶏肉加工場2(京都府)、小売3(2府)であった。今後は京都鶏卵・鶏肉安全推進協会とも連携をとり、3.4節の課題を踏まえて、システムのさらなる普及をめざしたい。

また、今回は鶏肉トレーサビリティシステムであったが、ロットの考え方や入力する情報を見直すことで、他の食品のトレーサビリティシステムとしての展開も可能である。付加機能の開発も含め、他の食品のトレーサビリティシステムへの展開・拡大を検討している。

参 考 文 献

- (1) 富樫昌孝, ほか: 位置時間証明情報提供サービス“COCO-DATES”, 三菱電機技報, 79, No.8, 513~516 (2005)
- (2) 農林水産省: 食品トレーサビリティシステム導入の手引き(食品トレーサビリティガイドライン及びトレーサビリティシステム実証事例) (2003-3)

UHF帯RFIDデバイス

中谷崇史* 亀丸敏久**
宝来憲次*
池邊 洋*

Device for UHF-Band RFID

Takashi Nakatani, Kenji Horai, Yo Ikebe, Toshihisa Kamemaru

要旨

RFID(Radio Frequency IDentification)は、ID情報が埋め込まれたタグから電波や電磁波を用いた無線通信によって情報をやり取りする技術であり、非接触で情報の受け渡しができることから、バーコードに置き換わる技術として注目されている。特にUHF(Ultra High Frequency)帯RFIDは、他の周波数帯のRFIDよりも長い通信距離が実現可能であり、これによって既存のバーコードとは異なり多数のタグを同時に読み取ることができることから、物流を中心とした多くの業界から、作業の効率化を実現する基幹技術として期待されている。

国内では2005年4月にUHF帯の利用が認可され、様々な場面への利用、活用が始まりつつある。三菱電機はUHF帯RFIDの最新国際標準規格であるEPC global C1G2

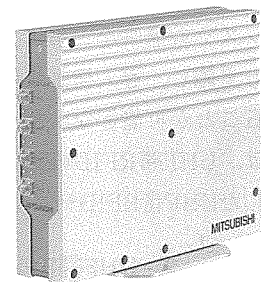
(Class1 Generation2)準拠のRFIDリーダライタ装置及びRFタグの市場投入を2006年7月から実施しており、当社製金属タグを用いて7mクラスの長距離通信を実現している。

当社では、長年培ってきた無線通信技術やセキュリティ技術を連携し、UHF帯RFIDのグローバル化、インテリジェント化を推進し、“安全・安心な社会を生み出すための社会基盤”として普及・浸透させるための取り組みを進めつつある。

本稿では、UHF帯RFIDシステムを構築する製品群(リーダライタ装置、タグ、アンテナ、ミドルウェア)の開発について述べる。

リーダライタ 2006年7月に業界に先駆けて市場投入

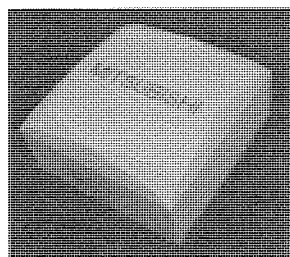
項目	仕様
使用周波数	952~954MHz
対応エアプロトコル	ISO/IEC18000-6 TypeC (EPC Global C1G2)準拠
出力	最大1W 出力可変7段階
アンテナポート	4個
電波干渉対策	LBT(Listen Before Talk)方式
インタフェース	RS232C, LAN (10/100BASE-T)
通信距離(読み取り)	直線偏波: 7m, 円偏波: 3.5m
寸法	(幅)265×(高)203×(厚)53 (mm)



新型リーダライタ装置

アンテナ

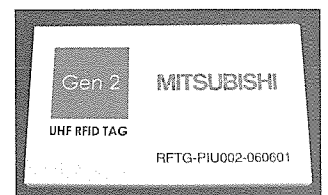
小型アンテナの試作:
従来品(21×21×2(cm))
から面積比1/4へのサイズ
ダウンを実現



サイズ: 11×11×4.5(cm)
小型アンテナ試作機

特殊タグ

金属タグの改良:
従来品から素材変更によ
って、30%の軽量化
を実現



新型金属タグ

EPC: Electronic Product Code

UHF帯RFIDシステム

ID情報を保持するRFタグ、RFタグ上の情報の読み込み及び書き込みを実施するリーダライタ装置、及びアンテナで構成される。当社は、RFタグ、リーダライタ装置、アンテナすべてを自社開発しており、トータルで高い性能を実現することが可能である。

1. ま え が き

RFIDによる自動認識技術は、ユビキタス社会構築に向けた基幹技術として注目されている。特にUHF帯RFIDは、他の周波数帯よりも通信距離が長く、多数のRFタグ(電子タグ、非接触ICタグなどとも呼ばれる)の同時読み取りが可能で、国内では2005年4月にUHF帯の利用が認可され、様々な場面での活用が始まりつつある。当社は2006年7月から、業界に先駆けてUHF帯RFIDの最新国際標準規格であるEPC Global C1G2準拠の“UHF帯RFIDリーダライタ装置”及び“汎用RFタグ”“金属対応RFタグ”を市場投入した。

通常、RFタグを金属物に使用した場合、金属物の影響によってRFタグとの通信距離が著しく低下する等の影響がでる。当社製金属タグは、金属物上で最も性能が出るよう設計されており、金属物上でも通常時と変わらず7mクラスの通信距離を実現している。この金属タグを用いることで、通常のRFタグだけでは実現が困難な機材管理や車両入退場管理システムなど、RFタグを用いた循環型システムの導入検証などで実績を上げている。

また、導入検証の結果から、狭い場所への設置や壁への埋め込みが可能なアンテナの要望が多くあったため、省スペースでの設置を可能とし、幅広い分野への利用に対応できる小型アンテナを開発した。この小型アンテナは従来品と比較して、面積比で約4分の1のサイズを実現した。

なお、システム構築を容易に実現するためにミドルウェアの開発も実施し、導入検証用のシステムを短期間の工程で実現することが可能となった。

本稿では、UHF帯RFIDの動向を紹介するとともに、当社が開発したUHF帯RFIDデバイスについて述べる。

2. UHF帯RFIDの動向

RFタグで電池を持たないパッシブ型は、リーダライタ装置からの電波または磁界エネルギーを整流(電波の場合)または共振(磁界の場合)することによって、RFタグに電力を発生させ、この電力によって制御回路、メモリを動作させ、RFタグ内のデータを電波又は磁界に乗せて返信するという仕組みである。パッシブ型RFタグは、表1に示すように周波数帯によっていくつかの種類があり、特長に

応じた用途がある。この中でUHF帯RFIDは他の周波数帯よりも通信距離が長く、最新国際標準規格であるEPC-global C1G2規格は通信プロトコルの機能・性能向上によって多数のRFタグの高速・同時読み込みが可能で、米欧を中心に物品やパレットなどにタグ装着を義務付けた業者が増えつつあり、その普及が期待されている。

一方、日本国内におけるUHF帯RFIDの帯域は952～954MHzと狭く、高出力型リーダライタ装置では送信時間を最大連続4秒とし、0.05秒の停止時間を設ける等の共用化技術(混信防止策)が規格化されてきたが、ミラーサブキャリア等の新たな方式に関する規格化が現在も実施されている。

3. 開発方針

UHF帯RFIDは、非接触ICタグとしておサイフケータイ^(注1)やSuica^(注2)、ICOCA^(注3)やPASMO^(注4)等の交通機関向けICカードに使用されている13.56MHz帯などに比べて新しい技術であるが、13.56MHz帯のRFIDと比較して通信距離が長く、RFタグを大量に一括読み取りができる。2005年4月の電波法改正によってUHF帯RFIDの国内使用が認められてからは、他の周波数帯と比較して広範囲でのRFタグとの更新が可能な点が注目され、今まで遅れていた流通部門へのRFタグの普及が進むのではないかと市場から期待されている。流通分野で取り扱われている商品の多さを考慮すると、その存在市場が相当な規模であることが予想できる。また、長距離通信が可能である特性を生かし、人や車両などの入退場管理、各種機器管理などのシステムへの応用が期待でき、トータルの市場規模は膨大な範囲にわたることが考えられる。

当社は、これらUHF帯RFIDシステムを構築するために必要な“リーダライタ装置”“タグ”“アンテナ”をすべて自社開発し、また、システム構築を容易に実現するために、リーダライタ装置の制御に特化した“ミドルウェア”の開発を行った。

3.1 リーダライタ装置

UHF帯RFIDの特長は、他の周波数帯と比較してRFタ

(注1) おサイフケータイは、(株)NTTドコモの登録商標である。
 (注2) Suicaは、東日本旅客鉄道(株)の登録商標である。
 (注3) ICOCAは、西日本旅客鉄道(株)の登録商標である。
 (注4) PASMOは、(株)パスモの登録商標である。

表1. パッシブ型RFタグの種類と特長

周波数帯	125kHz	13.56MHz	800/900MHz	2.45GHz
読取距離	～10cm	～50cm程度	～5m程度	～1m程度
特 長	水、金属などの影響を受けにくい(電磁誘導タイプ)	特性のバランスがよく、商品への貼付に適している(電磁誘導タイプ)	通信距離が長い、複数枚一括読み取り、回折読み込み可能	タグの小型化が可能
	通信距離が短い	通信距離が短い	密設置時の干渉対策が必要	環境から受ける影響が大きい
用 途	スキーゲート 食堂精算	入退場管理 個品管理 Suica	物流・商品管理 車両入退場 ハンズフリー入退室	物流管理 μチップ

グとリーダライタ装置間で長距離通信が可能な点にある。当社は、2006年7月に業界に先駆けて通信距離7mを実現したリーダライタ装置及びRFタグの市場投入を開始した。

リーダライタ装置の基本回路を図1に示す

この装置を導入したユーザーからの要望をまとめると、電波干渉対策機能の強化、及び制御用端末とのインタフェース拡充の2項目について強く改善を求められていることが確認できた。これらの要望に対応するために、

- 送信出力調整機能(6段階)の追加
- LANインタフェース(10/100BASE-T)の追加

を実現したリーダライタ装置を新たに開発し、2006年12月から販売を開始した。図2に新型リーダライタ装置の外観写真を示す。

また、新型リーダライタ装置の主な仕様について、表2に示す。

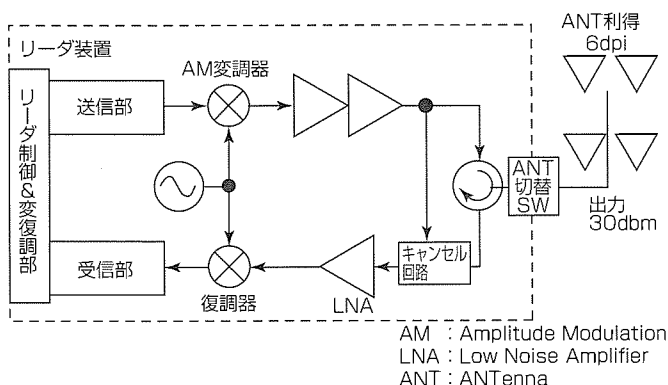


図1. リーダライタ装置の基本回路

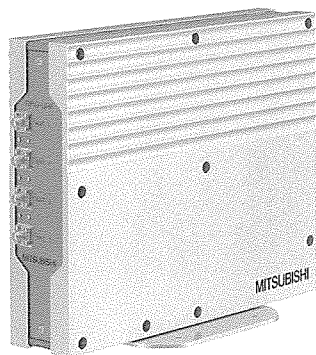


図2. 新型リーダライタ装置

表2. 新型リーダライタ装置の主な仕様

項目	仕様
使用周波数	952~954MHz
対応エアプロトコル	ISO/IEC18000-6 Type C (EPC Global C1G2) 準拠
出力	最大1W 出力可変7段階
アンテナポート	4個
電波干渉対策	LBT (Listen Before Talk) 方式
インタフェース	RS232C LAN (10/100BASE-T)
通信距離(読み取り)	直線偏波: 7m* 円偏波: 3.5m*
寸法	(幅)265×(高)203×(厚)53mm

*: 使用するタグ、環境条件によって通信距離は変化する。

3.2 タグ

金属面に貼付(てんぷ)した状態で業界最長クラスの7m通信を実現した金属対応のパッシブ型RFタグを開発した。また、さらなる軽量化のニーズに対応するために、7mの通信距離を確保しながら、新素材を採用することで質量を当社従来比で30%軽減する改良を行った。金属対応のパッシブ型RFタグの外観を図3に示す。

3.3 小型アンテナ

UHF帯RFID用アンテナのサイズは、210mm×210mm×20mmのサイズであったが、導入検証されたユーザーからは、狭い場所へのアンテナ設置や、アンテナ自体を壁面へ埋め込むことに対する要望が多く、より広範囲にUHF帯RFIDを利用するためには、アンテナのさらなる小型化が必要であり、また、様々な環境に対応する必要があることが見えてきた。そこで、UHF帯RFIDとしては外観寸法が業界最小クラスとなる112mm×112mm×45mmの小型アンテナ(当社従来品との面積比で4分の1)を開発した。また、アンテナ放射素子の形状を工夫することによって、小型化に伴うアンテナ利得の低下を1dBに押さえ5dB以上を確保することに成功した。これによって、RFタグとの通信距離においても当社従来品とほぼ同等(通信距離比約90%)の特性を実現した。

さらに、耐環境性に優れた素材を用いることで、耐塵(たいじん)、防水、耐薬品、耐油性を向上させ、様々な環境下での使用が対応可能となる。この小型アンテナについては2007年6月からの出荷を計画している。図4に小型アンテナの外観を示す。

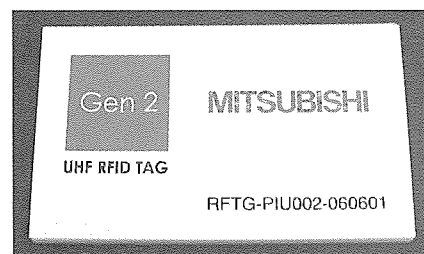


図3. 金属対応パッシブ型RFタグの外観

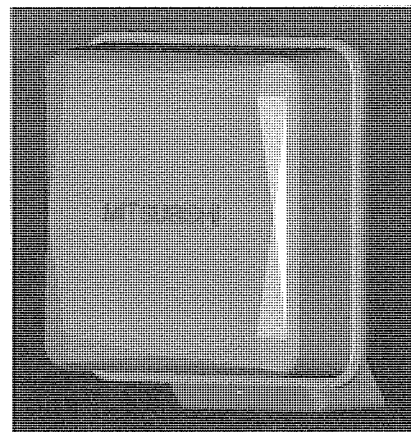


図4. 小型アンテナの外観

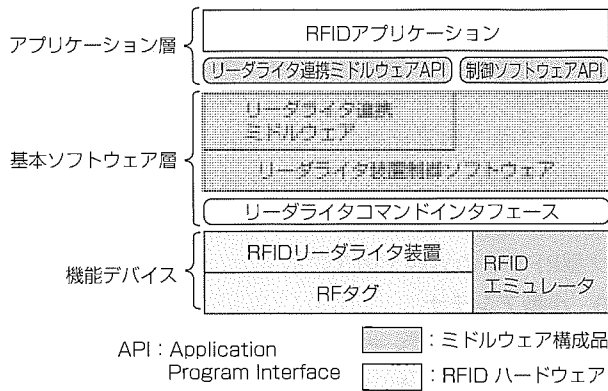


図5. ミドルウェア構成

3.4 ミドルウェア

UHF帯RFIDのリーダーライタ装置を用いたシステムを容易に構築することを目的としたミドルウェアの開発を実施した。

当社製ミドルウェアの構成を図5に示す。

当社ミドルウェアは大きく次の2つに分けられる。

(1) リーダライタ装置制御ソフトウェア

制御ソフトウェアはパソコン上でライブラリとして実行され、当該パソコンからRS232C又はLANで接続されたリーダーライタ装置を制御する手段を提供する。

(2) リーダライタ連携ミドルウェア

連携ミドルウェアは、複数のリーダーライタ装置に対して名称を設定し、その名称でリーダーライタ装置にアクセスする機能を提供する。この機能を使用することで、複数リー

ダライタ装置を制御するアプリケーション開発を容易に実現することが可能である。

このミドルウェアを用いることで、迅速にシステム構築を実施することができ、2006年には多種多様な実証実験を実施することができた。

4. む す び

UHF帯RFIDの今後は、国際物流・トレーサビリティなどグローバル化が進みつつある。一方、現状のRFタグに記録可能なメモリ容量は非常に小さく、RFタグ内の“ユーザーメモリの大容量化”，データの改竄(かいざん)防止や不正読み出しを防ぐ“セキュア化”，RFタグ上に温度や振動センサなどを搭載するなどの“インテリジェント化”が求められている。

UHF帯RFIDは、作業の効率化を実現するための基幹技術として期待されている。当社はUHF帯RFIDシステムを業界に先駆けて市場投入することができた。今後は、長年培ってきた無線通信技術やセキュリティ技術をベースに、ユーザーの多種多様なニーズに対応するために開発を進めていく予定である。

参 考 文 献

- (1) 三菱電機(株)半導体・電子デバイス；UHF帯RFIDリーダーライタ装置ホームページ
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/device/rfid/faq/>

UHF帯RFID応用システム

岩橋 努* 宝来憲次***
 亀丸敏久** 會田一男*
 太田一史*

Application Systems Using UHF-Band RFID

Tsutomu Iwahashi, Toshihisa Kamemaru, Kazushi Ota, Kenji Horai, Kazuo Aita

要旨

RFID(Radio Frequency Identification)による自動認識技術は、ユビキタス社会構築に向けた基幹技術として注目されている。特にUHF(Ultra High Frequency)帯RFIDは、他の周波数帯よりも通信距離が長く多数のRFタグの同時読み込みが可能で、国内では2005年4月に利用が認可され、様々な場面での活用が始まりつつある。

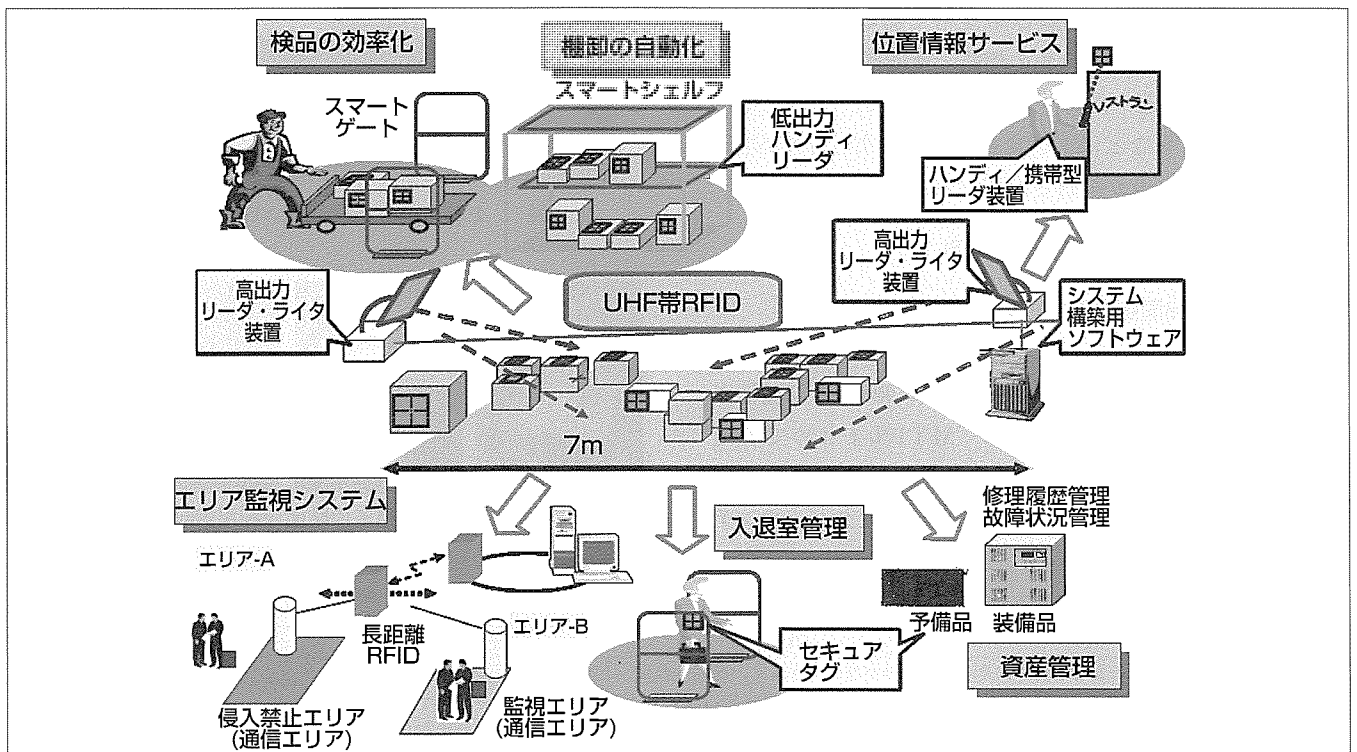
三菱電機はRFIDの最新国際標準規格であるEPC(Electronic Product Code) global^(注1)C1G2(Class1 Generation2)準拠の“UHF帯RFIDリーダ・ライタやRFタグ”を市場投入し、金属タグを含め7mクラスの長距離通信・電波干渉回避・高速読み取り機能・性能の実現による機材管理・リターンブルコンテナ管理・物流管理・車両入

(注1) バーコードに代わるデータキャリアとしてRFIDとインターネットを利用したEPCglobalネットワークシステムの開発・推進を行うために2003年11月に設立された非営利法人で、世界800以上の小売業、製造業、システムベンダ、公的機関が加入する。(財)流通システム開発センターは、日本におけるEPCglobal加入の窓口である。

退場管理システムなどRFタグの循環型システムの導入検証を中心に実績作りをしてきた。RFIDの利用は国際物流・トレーサビリティなどグローバル化が進みつつあるが、適用分野によっては、RFタグ内の“ユーザーメモリ”の大容量化、データの不正読み出しや改竄(かいざん)防止を防ぐセキュア化、温度や振動センサ搭載などRFタグのインテリジェント化も要求されつつある。

またRFIDは、歩行者ITS(Intelligent Transport Systems)や公物管理、廃棄物トレーサビリティなどへの実証実験や導入も進みつつあり、安全・安心や効率・利便性、快適性の向上など、新しい付加価値を生み出すサービスへの期待も大きい。

当社では、長年培ってきた無線通信技術やセキュリティ技術をベースに、UHF帯RFIDシステムを“安全・安心な社会を生み出すための社会基盤”として普及・浸透させる取り組みも進めつつある。



UHF帯RFID応用システム

RFIDの利用は身近なところでは、万引き防止タグ、車のイモビライザなどがある。13.56MHzを中心に従来のRFID利用は流通・物品管理・人の入退場管理が主流である。当社は、金属タグを含め長距離で一括読み込みのできるUHF帯RFIDを利用し、機材管理・商品を運搬車両に乗せたままの一括検品・車に搭乗したままの搭乗者管理など、多くのアプリケーションの実証実験や実用化を進めている。

*本社 **情報技術総合研究所 ***通信機製作所

1. ま え が き

RFIDによる自動認識技術は、ユビキタス社会構築に向けた基幹技術として注目されている。特にUHF帯RFIDは、他の周波数帯よりも通信距離が長く多数のRFタグ(電子タグ、非接触ICタグなどとも呼ばれる)の同時読み込みが可能で、国内では2005年4月にUHF帯の利用が認可され、様々な場面での活用が始まりつつある。当社は2006年7月から、業界に先駆けてUHF帯RFIDの最新国際標準規格であるEPCglobal C1G2準拠の“UHF帯RFIDリーダ・ライタやRFタグ”を市場投入し、機材管理・リターナブルコンテナ管理・物流管理・車両入退場管理システムなどRFタグの循環型システムの導入検証を中心に実績作りをしてきた⁽¹⁾。本稿では、省庁の実証実験事例を中心にシステムを紹介するとともに、今後のUHF帯RFID応用システムについて述べる。

2. UHF帯RFIDの特長

RFタグで電池を持たないパッシブ型は、リーダ・ライタ装置からの電波又は磁界エネルギーを整流(電波の場合)又は共振(磁界の場合)することによって、RFタグに電力を発生させ、この電力で制御回路、メモリを動作させ、RFタグ内のデータを電波又は磁界に乗せて返信するという仕組みである。パッシブ型RFタグは、表1に示すように周波数帯によっていくつかの種類があり、特長に応じた用途がある。この中でUHF帯RFIDは他の周波数帯よりも通信距離が長く、最新国際標準規格であるEPCglobal C1G2規格は通信プロトコルの機能・性能向上によって多数のRFタグの高速・同時読み込みが可能で、米欧を中心に物品やパレットなどにタグ装着を義務付けた業者が増えつつあり、その普及が期待されている。

3. 応 用 例

3.1 EPCglobal国際物流WG実証実験

EPCglobalのTLS(Transportation and Logistics Services)国際物流WGが2006年1月に日本(神戸)で初開催された際、共同議長の日本郵船(株)/MTI(株)まとめで各種RFIDを利用した実証実験が実施され、当社はUHF帯を担当した。図1に示すように、パレットに一般タグ、コンテ

ナに金属タグを張り付け、読み取り試験を実施し、7m先のリーダから一括読み込みができることを確認した。

3.2 経済産業省・防衛庁実証実験

2005年度の経済産業省の電子タグ実証実験の一つとして、「自衛隊の国際平和協力活動における補給業務での電子タグ活用検討のための実証実験」が、(財)防衛調達基盤整備協会/アクセンチュア(株)まとめで行われた。“必要な時に必要な物を必要なだけ、より早くより確実に補給する”ために可視化した補給業務の実現であり、当社はUHF帯システムを担当した⁽²⁾。RFタグを張り付けた補給物品を、陸自トラック、海自輸送艦、空自輸送機を使用して、国際平和協力活動のサプライチェーン上の地域を模擬した4か所の自衛隊駐屯地に輸送、システム規模としては、RFIDリーダ/ライタ装置12台、アンテナ16個、一般タグ・金属タグ各500枚を利用した大規模なものであった。図2に示すようにフォークリフト通過ゲートにRFIDリーダ/ライタ装置とアンテナを設置、一般タグや金属タグを張り付けた補給物品をフォークリフトに搭載し、ゲート通過時に一括読み取り試験を実施、十分実用に供することを確認した。

3.3 農水省・築地実証実験

農林水産省では2005年度から3年計画で、RFIDを使っ



図1. EPCglobal国際物流WGでの実証実験

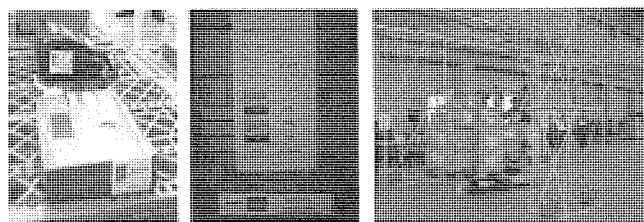


図2. 経済産業省の防衛庁利用実証実験

表1. パッシブ型RFタグの種類と特長

周波数帯	125kHz	13.56MHz	800/900MHz	2.45GHz
読み取り距離	~10cm	~50cm程度	~5m程度	~1m程度
特長	水、金属などの影響を受けにくい(電磁誘導タイプ)	特性のバランスがよく、商品への張り付けに適している(電磁誘導タイプ)	通信距離が長い、複数枚一括読み取り、回折読み込みが可能	タグの小型化が可能
	通信距離が短い	通信距離が短い	密設置時の干渉対策が必要	環境から受ける影響が大きい
用途	スキーゲート 食堂精算	入退室管理 個品管理 Suica*	物流・商品管理 車両入退場 ハンズフリー入退室	物流管理 μチップ

* Suicaは、東日本旅客鉄道(株)の登録商標である。

て履歴情報を収集・記録・管理するシステムの実験を続けている。T-Engineフォーラム／(株)三菱総合研究所まとめで、2006年度の築地市場での魚の実証実験で、当社は図3に示すUHF帯システムを担当した⁽³⁾。内容は下記に示す2つで、出荷・検品処理に効果があり、またUHF帯RFIDタグの適用性が低いとされてきた水産物への張り付けにも適用可能であるとの目処が立った。

(1) 小売店での商品出荷・納品実証実験(図3)

一般タグを商品に張り付けたあと、出荷時に商品タグをハンディターミナルで読み込み、出荷送り状情報をインターネット経由でデータ共有サーバにメール送信する。商品をトラックに積載、運送先の小売店で荷降ろしすると、運転手が商品タグをハンディターミナルで読み込み、入荷検品情報をインターネット経由でデータ共有サーバにメール送信する。入荷検品情報には、商品コード、時間、場所が記載されており、確実に出荷・納品を行うことができる。時間、場所の認証のために当社の“COCO-DATES⁽⁴⁾”を利用した。

(2) 築地市場での商品一括検品デモ(図4)

フォークリフト通過ゲートにRFIDリーダ／ライタ装置とアンテナを設置、一般タグを張り付けた商品や、これを積載したフォークリフトにも金属タグを張り付け、ゲート通過時に電波干渉回避機能⁽⁵⁾を含めた一括読み取りデモを実施し、どのフォークリフトでどの商品を運搬したかを、

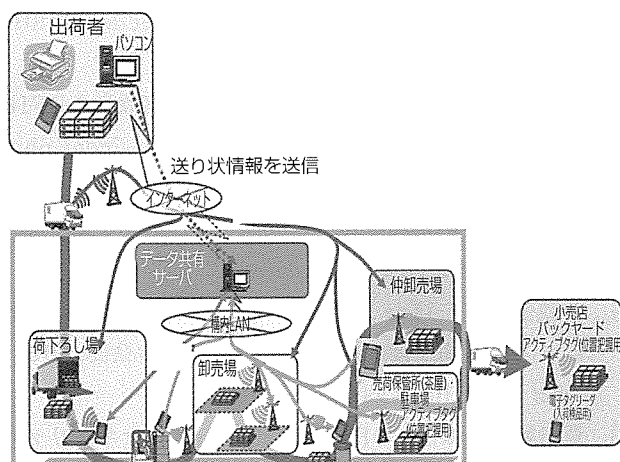


図3. 小売店での商品出荷・納品実証実験

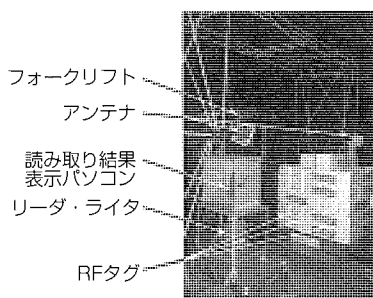


図4. 築地市場での商品一括検品デモ

約200名の関係者・見学者に対し十分実用に供することを示した。

3.4 マルチコード相互運用実験

現在、RFタグに記録される情報のコード体系には様々な規格が存在する。RFIDシステムの本格的な普及には、異なるコード体系を吸収可能なプラットフォームが必要であり、経済産業省が2006年度「マルチコード相互運用プロジェクト」を企画、当社はコード体系が異なるRFタグのコード長を自動的に識別して読み取ることが可能な、マルチコード対応リーダ・ライタ装置を担当した。開発成果は、TRONSHOW2007や慶應義塾大学SFC研究所が主催するORF(Open Research Forum)2006において、EPC(EPCglobalが標準化を進める64/96ビット長の固有ID)とucode(ユビキタスIDセンターが標準化を進める128ビット長の固有ID)といった異なるコード体系のRFタグを来場者に配布し、図5に示すように各ブースのゲートで入退場を管理するデモの公開実験が行われた。

4. 社会基盤として普及させるための方策

4.1 グローバル化

当社はEPCglobalの会員であり、当社のUHF帯RFIDシステムのエアプロトコルは、EPCglobal C1G2に準拠している。EPCglobalは、EPCと呼ばれる世界でユニークなコード体系を管理している。EPCglobalが持っているネットワークアーキテクチャのイメージは、リーダ装置がネットワークに接続されていれば、世界でユニークなEPCコードが付与されたRFタグを張り付けた商品やパレットなどをリーダ装置が読み取ると、インターネットを経由してEPCが伝達され、当該商品のEPCをキーとしてONS(Object Name Service)と呼ばれる検索サービスによって、ユーザーはその商品に関する情報を即時に取得するというものである。このアーキテクチャは、EPC IS(Information Service)と呼ばれるデータ交換と認証の枠組みがベースとしてあるが、これらの機能は汎用的なソフトウェアであるミドルウェアによって実現される。グローバルネットワーク下でRFIDの活用が広く普及したときに、今後は、セキュリティ対策やプライバシー保護対策、リーダ・ライタ装置の運用・保守管理機能などが重要になってくる。

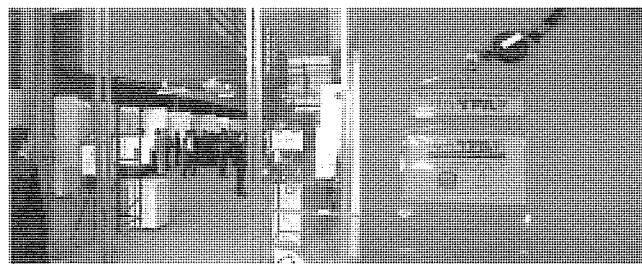


図5. マルチコード相互運用実験

4.2 RFタグのインテリジェント化

工場の生産ライン管理や航空宇宙機器の長期的な備品管理などでは、通信ネットワークが構築できない環境での運用や、リアルタイム性の確保のためにサーバレスシステムの実現のためにRFタグ自体に製品のメンテナンス情報・トレース情報など必要なデータを蓄えるためのメモリ領域の保有などの要求が高まりつつある。これらのユーザーサイドの要求にあと押しされ、RFタグ内に“ユーザーメモリ”と呼ぶ、ID(EPCコードなど)以外の情報を書き込める領域を持ったものが登場している。現在は400bit程度のものが市場に現われており、2007年度の後半には、数キロbit程度のユーザーメモリを持つものが登場予定である。ユーザーメモリの容量は、半導体の微細化技術の進歩とbit単位の低コスト化の流れによって、今後さらに大容量化していくものと思われる。

また、バッテリーを搭載したセミパッシブタグという新しい範疇(はんちゅう)のRFタグも登場しつつある。数十キロbitのメモリが実装可能となり、さらに温度センサや加速度などのセンサの実装が可能となる。この技術を輸送業務に応用すれば、コンテナ内の温度や衝撃をセンシングし、大容量のRFタグメモリに書き込み、後でチェックすることで、冷凍品や精密機器の輸送品質を保証することが可能となる。

さらに、RFタグを活用しようと考えている分野には、タグデータの不正な読み出しや改竄などが問題になるものもある。当社はW-CDMA(Wideband Code Division Multiple Access)第3世代携帯電話の世界標準暗号として採用されている“MISTY(当社が開発した秘密鍵型の暗号方式)”などセキュリティ分野での実績もあり、このような課題に対して、リーダ・ライタ装置とタグの相互認証とデータの暗号化を行う“セキュアRFIDシステム”を試作し⁽⁵⁾、標準化活動も開始している。

このように、RFタグの大容量化、センサの搭載、セキュア化などをRFタグのインテリジェント化と称しているが、特に航空・防衛・生産管理などの分野では、グローバル化より、まずローカルシステムでインテリジェントなシステムが比較的早く実現できると考えている。当社ではRFタグのインテリジェント化と、その機能・性能を100%発揮するリーダ・ライタ装置の開発にも、エンドユーザーとも連携して積極的に取り組んでいる。

5. む す び

UHF帯RFIDにおける現在の我々の取り組みは、3章で述べたように長距離通信機能と、電波干渉回避機能・高速読み取り性能の実現による、機材管理・リターナブルコンテナ管理・物流管理・車両入退場管理システムなどRFタグの循環型システムへの導入が中心であるが、目指すところはユビキタス社会構築に向けた自動認識技術の確立と新たな付加価値サービスの実現である。RFIDの利用は4章で述べたように国際物流・トレーサビリティなどグローバル化が進みつつあるが、RFタグ内の“ユーザーメモリ”の大容量化、データの不正読み出しや改竄防止を防ぐセキュア化、温度や振動センサ搭載などRFタグのインテリジェント化によるさらなる適用範囲の拡大も要求されつつある。また、RFIDは歩行者ITSや公物管理、廃棄物トレーサビリティなどへの実証実験や導入も進みつつある。当社は、長年培ってきた無線通信技術やセキュリティ技術をベースに、新しい“安全・安心な社会を生み出すための社会基盤”としてRFIDシステムの普及・浸透を図り、新しい市場を開拓していく。

参 考 文 献

- (1) UHF帯RFIDリーダライタ装置, <http://www.mit-subishielectric.co.jp/device/rfid/faq/>
- (2) 国際平和活動における補給業務とRFID利用, <http://www.atmarkit.co.jp/frfid/special/jsdf01/jsdf01.html>
- (3) 「食のトレーサビリティ」実用に向けて実験進むRFID, http://www.venture.nict.go.jp/contents/index.php/venture/node_2672/node_2755/rfid/rfid
- (4) 位置時間証明情報提供サービス, <http://www.mit-subishielectric.co.jp/coco-dates/>
- (5) 曾我部靖志, ほか: UHF帯電子タグシステムにおけるシステム間干渉問題, 電子情報通信学会誌, **89**, No.2, 156~161 (2006)
- (6) 荒川智史, ほか: UHF帯RFIDにおけるセキュリティ対策, 電子情報通信学会技術研究報告, **106**, No.373, SIS2006-53, 37~40 (2006)

ドップラーライダ装置

古田 匡*
浅香公雄*
長嶋正浩*

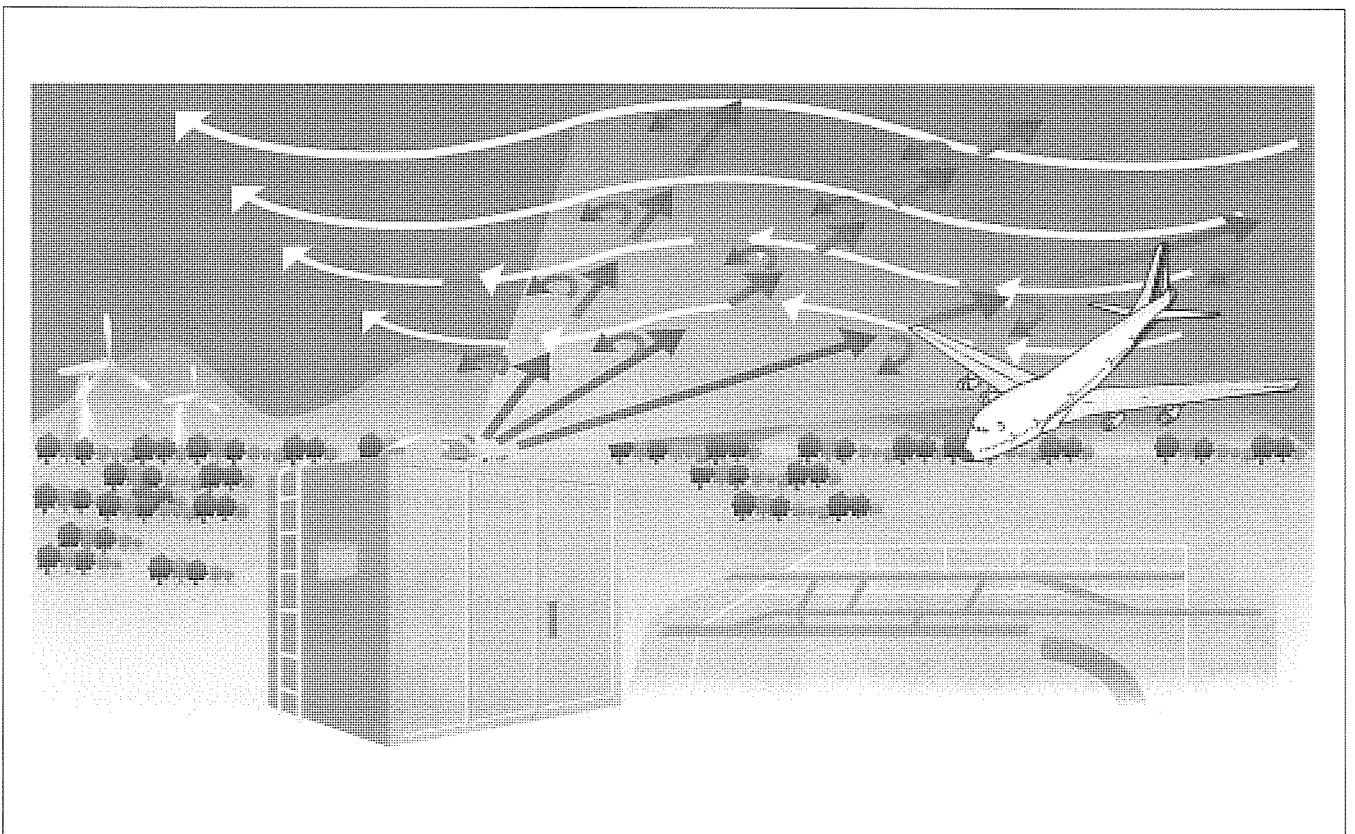
Coherent Doppler LIDAR Systems

Masashi Furuta, Kimio Asaka, Masahiro Nagashima

要 旨

風力発電でのエネルギー資源としての利用や、自動車の排出ガスなどによる大気汚染物質拡散の要因など、身近な現象である“風”を測ることが産業的にも注目される中、三菱電機は、レーザを利用して上空の風を遠隔で計測するドップラーライダ装置の開発、製品化を継続している。この装置の特長として、従来の電波を利用したドップラーレーダのように無線免許を必要としないことや、音波を利用したドップラーソーダのように騒音に考慮する必要がないこ

と、さらには光ファイバ部品を使うことで装置を小型軽量化できることがあげられる。当社は今後もヒートアイランド、ビル風など都市部における環境計測分野、高速道路・橋梁(きょうりょう)の強風監視、及び航空機に搭載しての風速監視など、防災・航空安全分野への展開を図るため、更なる装置の小型化、処理高速化にあわせて高出力化といった装置の能力向上を計画している。



ドップラーライダ装置の応用分野イメージ図

ドップラーライダ装置は、レーザ光を発射して大気中のエアロゾルからの反射を受信して上空の風を観測する。ドップラーレーダが観測できない晴天でも観測が可能であるため、環境計測や風力発電での風計測、または航空機の後方乱気流検出といった分野での活用が期待されている。

1. ま え が き

ドップラーライダーとは、レーダ技術の一つである。レーダは電波を利用し遠隔で測定対象までの距離と方位を測定する技術であるが、レーザー光を利用したものは、光波レーダ(レーザーレーダ)、又は、レーダ(RADAR)から転じた造語Light Detection And Rangingからライダーと呼ばれる。ライダー技術のうち、測定対象の移動速度を測定できるものは、ドップラーレーダと同様にドップラーライダーと呼ばれる。この装置の特長として、従来の電波を利用したドップラーレーダのように無線免許を必要としないことや、音波を利用したドップラーソナーのように騒音に考慮する必要がないこと、さらには光ファイバ部品を使うことで装置を小型軽量化できることがあげられる。

当社は風力発電への応用のみならず、環境汚染物質拡散、ヒートアイランド、ビル風など都市部における環境計測分野、高速道路・橋梁の強風監視、及び航空機に搭載しての風速監視など、防災・航空安全分野への展開を図るため、更なる装置の小型化、処理高速化にあわせて高出力化といった装置の能力向上を計画している。

2. 動作原理

ドップラーライダーが上空の風を測定する原理はドップラーレーダのそれと同じである。ドップラーライダーは、レーザー光を空間に発射し、大気中のエアロゾルからの散乱光を受信して、信号周波数成分を解析する。大気によって運ばれ、移動するエアロゾルからの信号は、その移動速度に応じたドップラー速度成分を持つため、これを検出することで、上空の風速を測定することができる(図1)。

3. システム構成

3.1 システム

当社では目に対して最も安全性の高いアイセーフ波長である1.5 μ m帯を採用した全光ファイバ型ドップラーライダー

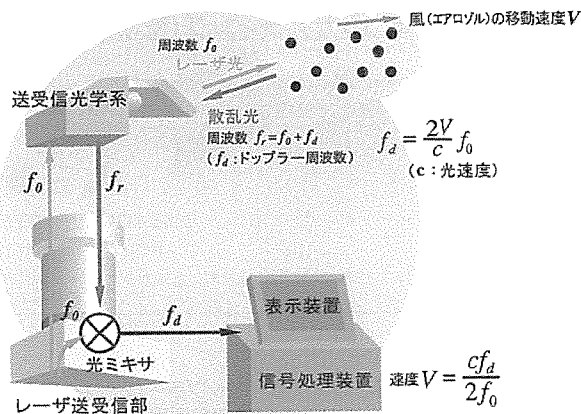


図1. 動作原理

を世界に先駆けて開発している。光通信で用いられる小型・高信頼であるファイバ入出力型光学素子の採用と光学素子間の接続を光ファイバで行うことによって小型・高信頼の装置を実現している。

ここでは、短距離用途(観測距離 \sim 2km)に開発した、全光ファイバ型送受信装置、スキャナ装置、リアルタイム信号処理装置からなる小型ドップラーライダー“FCシリーズ”(図2)について述べる。

なお、長距離観測用途(観測距離 \sim 10km)のためには、後段に高出力レーザーアンプを接続し、送信出力の高出力化した地上設置型の大型ライダー装置“Aシリーズ”がある。さらには、中距離観測用途(観測距離 \sim 6km)用に高出力ファイバ増幅器を接続したモデルの開発も進めている。

3.2 送受信装置

送受信装置は単一周波数で発振するDFB-LD(Distributed Feedback-Laser Diode)を用いた基準光源、パルス変調器とファイバ増幅器からなる送信光発生部及び受信光を光ヘテロダイン検波する光受信部からなる。送受信光用の保護管入り光ファイバ(長さ5m)を持つ。送信出力はピーク約10W(パルス幅1 μ s)、パルス繰返し周波数最大16kHzである。また、パルス幅を変更することで、距離分解能を容易に変更することが可能である。

3.3 スキャナ(光アンテナ)装置

テレスコープ(有効開口径60mm)とシリコンダブルウェッジの回転機構によるダブルウェッジ型スキャナからなる。2枚のウェッジの組み合わせと回転によって、ポインティング、コンカル走査、水平/垂直走査($\pm 20^\circ$)が可能である。前述の送受信装置と組み合わせることによって、可搬型のシステムを構築している。送受信装置との接続は光ファイバをコネクタに挿入するだけで容易であり、約2kmまでの風速、風向分布の測定(距離分解能150m)を実現している(図3)。

3.4 信号処理装置

高速演算レート処理(ADサンプリング、FFT(Fast Fourier Transform)演算、インコヒーレント積分)を行う

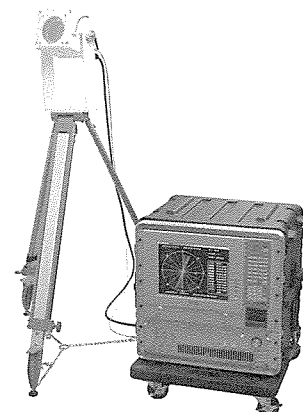


図2. 小型光ファイバドップラーライダー装置

PCI(Peripheral Component Interconnect)拡張ボード(LIDARボード)を新規開発し、汎用パソコンと組み合わせることで、低コストなリアルタイム信号処理装置を実現した(従来比1/4)。汎用パソコンでは低演算レート処理(ドップラー速度検出, 風速ベクトル演算, 処理結果表示)と測定開始/停止時のシステム制御を行う。ラック組み込み型の汎用パソコンとの組み合わせによって、19インチラック1Uサイズの小型化も実現している。この信号処理装置はサンプリングレート216MS/s, 80レンジ分, 4kHz以内のリアルタイム信号処理性能を持つ。

4. アプリケーションと製品開発

4.1 環境・気象への応用

ライダでの遠隔風計測技術は、都市の排熱によるヒートアイランド現象の調査, 汚染物質の拡散の要因調査, ビル風など電波を使った気象レーダでは無線免許の関係で困難な状況下においての活用を期待されている。図4は大型のドップラーライダで実際に都市の上空を観測した事例である。レーザビームを360°1分間スキャンし、半径8kmの範囲を観測したものである。観測値は大きさを色で表現し

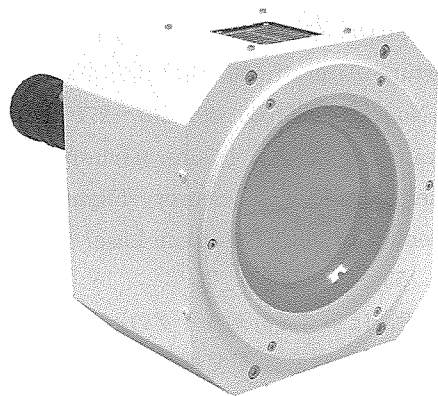


図3. スキャナ装置

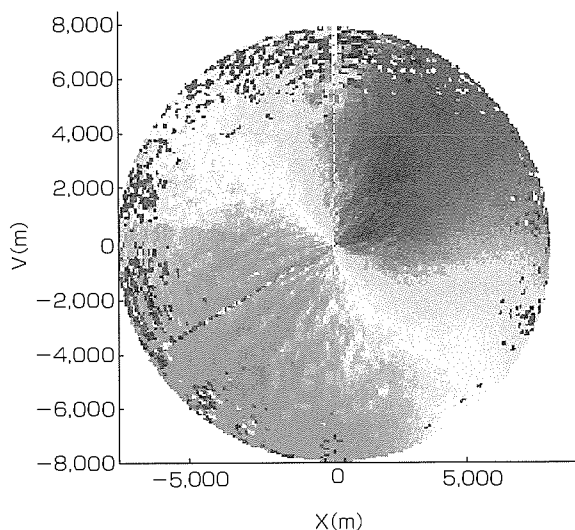


図4. 水平スキャンの事例

画面表示され、青色系でライダに近づく風速を示し、赤色系でライダから遠ざかる風速を示すようにしている。色の变化から上空の風の分布が直感的に分かる表示となっている。

4.2 風力発電産業への応用

昨今の風力発電産業には大型化する風車(発電機)や、広域化するウインドファームなど、従来の風速計を使った方法では計測不可能な上空の風を計測するニーズがある。また、風車自身の起こす風車後流(ウェイク)の解析には、立体的な風計測が要求されることから、ライダの応用範囲は広い。図5は大型ドップラーライダ装置で上空の風速の状況を垂直方向に断面計測を行った事例である。北から天頂をとおり南に向かって180度を1分間でスキャンして観測したものをライダを図の中心下に半径8kmを表示させたものである。横軸方向は距離、縦軸方向は高さである。上空は図の左から右、つまり北風が吹いているが、地上付近は弱いながら南風となっていることがよく分かる。

4.3 防災への応用

強風による鉄道事故や、竜巻による被災が記憶に新しいが、従来の気象観測用のレーダでは、電波の広がりによってとらえることができない局所的な事象や、雨粒など電波を反射する粒子がない状況下でも、レーザを使ったライダでは観測を行うことができることから、局所的な気象災害の分野にもライダの応用が期待されている。また、ビル風や道路・橋梁の強風監視など都市型災害の防災センサとして応用が可能であると考えている。

4.4 航空への応用

空港及び航空機周辺における急激な気流変化は航空機の安全運航に対して脅威である。ドップラーライダは、ドップラーレーダでは検知できない降雨を伴わない気流変化をとらえるセンサとして注目されている。当社ではドップラーライダの開発当初から、国内研究機関と協力し、航空機の安全運航向上に取り組んでいる。

(1) 後方乱気流検出

空港周辺の脅威には、ウインドシア、ダウンバースト等

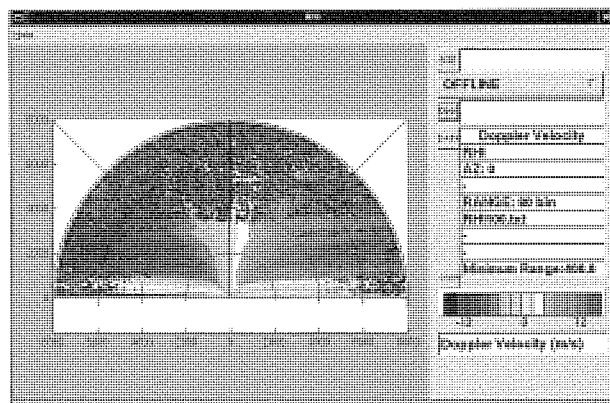


図5. 断面計測の事例

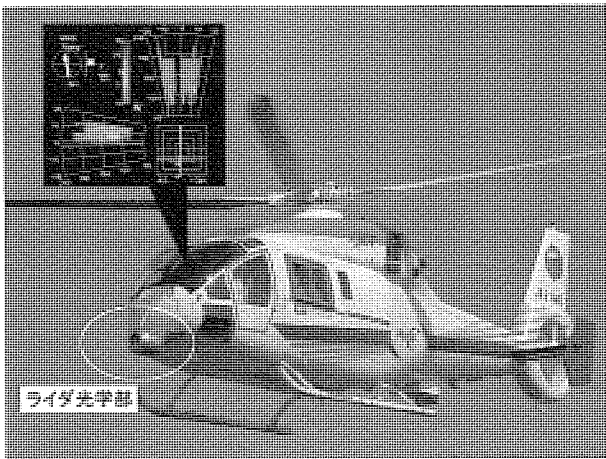


図6. ヘリコプターでの搭載事例
(写真提供：JAXA (宇宙航空研究開発機構))

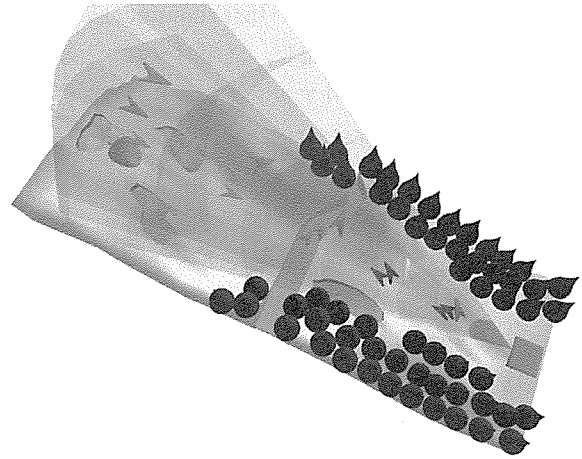


図7. ゴルフ場風観測のイメージ図

に加えて、航空機自身が翼端から発生させる後方乱気流がある。後方乱気流を検出することで、安全性と離着陸回数の向上を図ることができる。このため、ドップラーライダーを用いた後方乱気流検出装置の開発が国内外の研究機関で行われている⁽¹⁾。

(2) 航空機搭載風計測ライダー

自機前方の乱気流、特に晴天乱気流を事前に検知し危険を回避するためのセンサとして航空機搭載型のドップラーライダーの開発が進められている⁽²⁾。また、従来不可能であった低速域で使用可能なヘリコプター用途のTAS(真対気速度)センサとしての研究も行われている⁽³⁾(図6)。

4.5 報道・マスメディアへの応用

ゴルフ、ヨットレース又はスキージャンプ競技などゲームの進行に上空の風が大きく影響するスポーツ、レジャーにも応用できると考えている。リアルタイムで上空の風情報をコンテンツとして提供することで、プレーヤーへの情報提供のみならず、報道に対する視聴者の臨場感も高まることが期待される(図7)。

5. む す び

風はあまりにも日常的な現象であるが、環境問題や、風力発電又は気象災害など、特別な場面での社会の認識は変化しており、計測(観測)技術も見直され進歩してきている。当社のドップラーライダー技術(製品)は、これからも社会に貢献できるものと考えている。

参 考 文 献

- (1) Komatsubara, T., ほか：Wake Vortex Detection of Departure Aircraft, 電子情報通信学会技術研究報告, **106**, No.1, SANE2006-49, 267~271 (2006)
- (2) Asaka, K., et al.: 1.5 μ m Airborne Coherent Doppler Lidar for CAT Sensor—Flight Test Results, Proceeding of 13th Coherent Laser Radar Conference, 153~156 (2005)
- (3) 又吉直樹, ほか：風計測ライダーのヘリコプター搭載評価試験, 宇宙航空研究開発機構研究開発報告JAXA RR-04-031 (2005)

密着型イメージセンサ

太田 章* 宮地 穰*
富田法行*
長谷川 洋*

Contact Image Sensor

Akira Ota, Noriyuki Tomita, Hiroshi Hasegawa, Minoru Miyaji

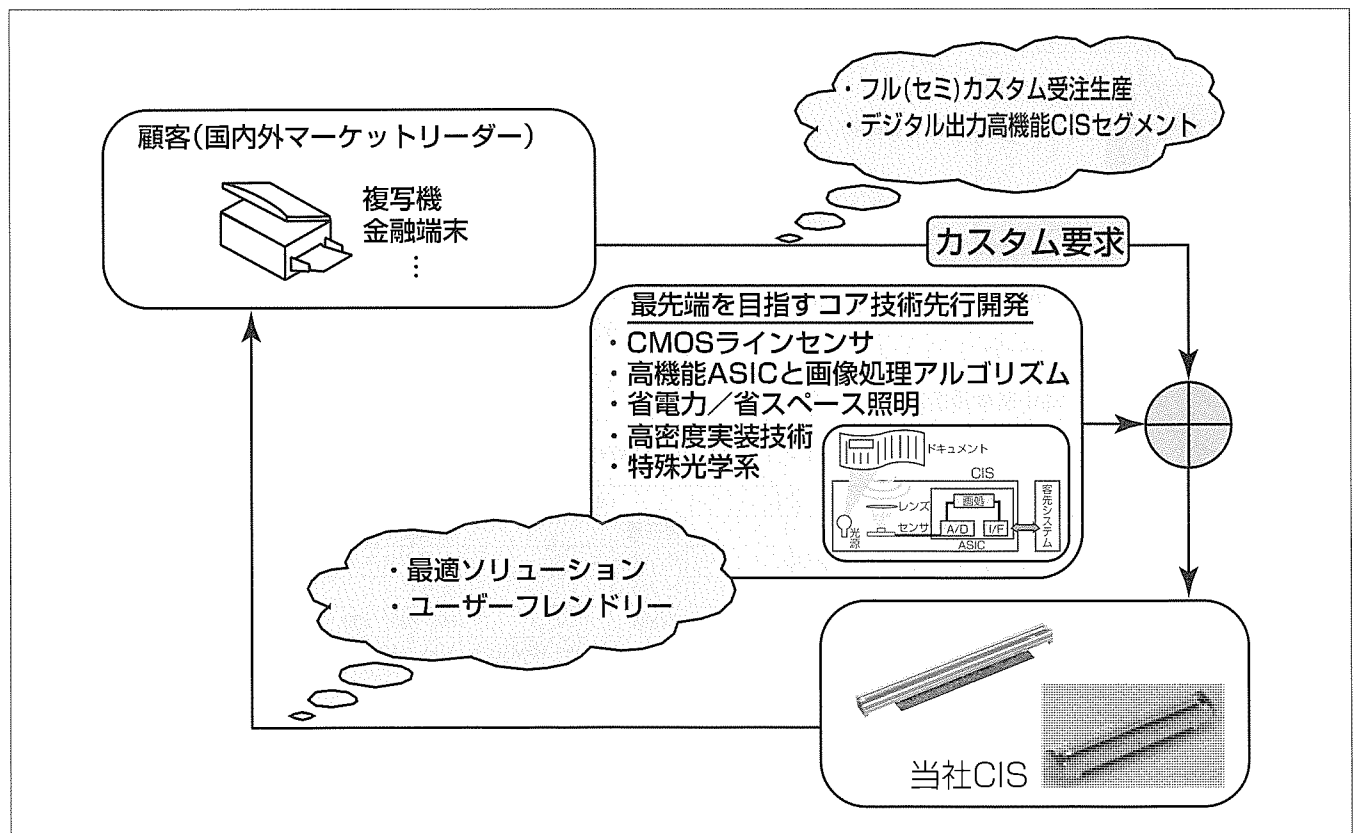
要 旨

ファクシミリや複写機を始めとした2次元情報読み取り装置が我々の日常生活やビジネス環境に浸透して久しい。三菱電機CIS(Contact Image Sensor：密着型イメージセンサ)はこれらの装置に搭載されるラインセンサとして1986年の量産開始以来、国内外に延べ数百品種を供給してきた。その用途は、量産開始後数年間は感熱印字用TPH(Thermal Print Head)とペアで使用されるファクシミリが大半であったが、1995年、ファクシミリ用途CISを海外合弁会社へ移管したのちは、複写機や金融端末(紙幣判別用途)など、高速、高機能の要求される高付加価値市場に軸足を移したビジネス展開を進めている。高速性、高機能性等の性能向上は、電子部品一般に求められているのと同様、CISとして例外ではないが、当社CISに求められている重要な性格はそのカスタム対応力である。当然のことなが

ら、市場自らが差別化のためのしのぎを削っており、その結果として顧客ごとに異なる様々な仕様がCISに対して要求されることになる。CISが画像読み取りにとって最大のキーデバイスと言われる所以である。

CIS自身も複数のキーパーツ群(光電変換素子を含むアナログ信号処理系、デジタル信号処理系、光学系、照明系、機構系)から構成されており、市場の様々なカスタム要求に対応するために、これらキーパーツ群の開発並びにこれらを組み合わせたCIS製品開発設計を行っている。

本稿では、当社CISの主要市場である複写機と金融端末用途から代表例として各々1機種ずつを紹介しながら、当社CISの高速、高機能な特長とそれらを支えるキーパーツ群を概説するとともに、その将来展開について述べる。



当社CISのビジネスモデル

CISビジネスは市場の方向性を見据えたコア技術の先行開発をベースに、顧客からのカスタム要求に対して最適なソリューションを提案し製品化に結び付けていくことを特長としている。

1. まえがき

2次元情報読み取り装置用1次元ラインセンサには、2つの光学系が知られている。すなわち縮小型と密着型(CIS)である。CISの持つ光学系は、歴史的にはより古い縮小型に比べ、焦点距離(5~40mm)が短く、被写界深度が浅い欠点があるが、複写機や金融端末用途においては、被読み取り対象物(ドキュメントや紙幣等)が、固定面を搬送されるケースが大半であるため、この欠点が致命的な障害になることは少ない。むしろその省スペース性、メンテナンスフリー性の優位がクローズアップされる場面が多いと言うべきである。この焦点特性が、他の照明系や機構系のパーツを含めたCISの全体構造を決定していると言っても過言ではない。

一方電気的には、独自開発の高速低消費電力CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)光電変換素子を含むアナログ信号処理系を持ち、必要に応じて各種高速高品位画像補正機能を含むデジタル信号処理系を搭載可能としている。

2. CISの原理と歴史

2.1 CISの原理と基本構造

CISの基本構造は図1に示すように、5つのブロック

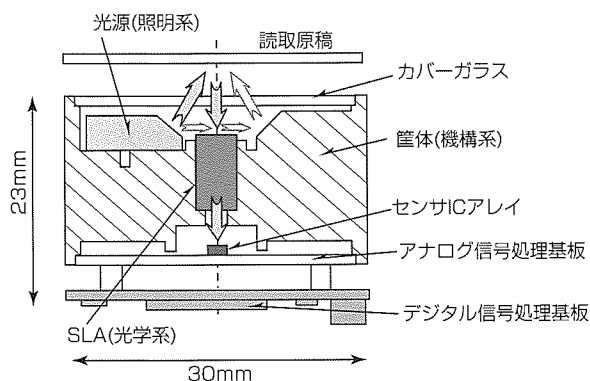


図1. CISの基本構造

(アナログ信号処理系、照明系、光学系、機構系とデジタル信号処理系)から構成される。照明系によって照明される被読み取り対象物からの乱反射光(原稿等の文字や写真の濃淡に応じた強度を持つ反射光)の一部が、レンズ(SLA: Selfoc Lens Array)によって、アナログ信号処理基板上に実装されたセンサIC受光部上に正立等倍像として結像される。次にセンサICの受光部(フォトダイオード)において光電変換されたアナログ電気信号は、デジタル信号処理系でデジタル変換された後、画素ごとの感度補正等の画像処理を施されて、出力される。

アルミ材あるいは樹脂材で作られた筐体(きょうたい)は、照明系、レンズ、基板等の構成部品を所定の位置に収納する。

2.2 市場と技術変遷

当社CISの市場と技術仕様は年代別に主に5世代に分類することができる。CISの黎明(れいめい)期はファクシミリ(FAX)市場が主要市場であり、カラースキャナ、複写機市場へと順次、世代交代してきた。現在、CISの主要な市場は複写機と金融端末を2本柱としている。各市場でのキーとなる主な技術は次のとおりである(詳細は表1にまとめる)。

- (1) ファクシミリ市場…CMOSセンサIC(200dpi)の開発技術、高密度センサIC実装技術
- (2) カラースキャナ市場…良好なりニアリティ・残像特性を持つCMOSセンサICの開発技術、RGB(Red Green Blue)波長対応のLED(Light Emitting Diode)光源開発技術
- (3) 複写機市場…高速/高解像度(600dpi/10MHz)CMOSセンサICの開発技術、並列処理による高速処理(640Mbps)可能なASIC(Application Specific Integrated Circuit)の開発技術、独自省スペース高輝度Xe光源開発技術
- (4) 金融端末市場…高速駆動可能で、解像度の切り替え可

表1. CIS市場と技術の変遷

	第1世代	第2世代	第3世代	第4世代	第5世代(計画)
市場	ファクシミリ	カラースキャナ	複写機	金融端末	カラー複写機
用途	ビジネス/ホームユース	パソコン周辺機	ビジネスユース	ビジネスユース	ビジネスユース
	モノクロ	カラー(光源順次方式)	モノクロ	カラー	フルカラー
画素密度	200/400dpi	300/600dpi	600dpi	50/100/200/400dpi	600dpi
動作クロック/データ転送レート	Max 1MHz/ -	Max 2MHz/ -	Max 10MHz/80MHz	Max 10MHz/20MHz	Max 10MHz/240MHz
必要な技術	センサIC	フォトトランジスタ	フォトダイオード	←	←
		-	良好なりニアリティ/残像特性	←	←
	-	-	高感度/高S/N/高速駆動	←	←
	-	-	-	画素密度の切り替え	フィルタオンチップ
	ASIC	-	-	並列入力による高速処理	←
光源	LED(YG)	LED(RGB)	Xe光源/LED(YG)	LED(RGB+IR)	Xe光源/LED(白色)
筐体	アルミニウム	樹脂筐体	アルミニウム	光学部品・筐体の樹脂成型アルミニウム	←
製造技術	実装技術(ダイボンド、ワイヤボンド)	実装技術(ダイボンド)	←	←	←

能なCMOSセンサICの開発技術

- (5) カラー複写機市場…高速/高解像度(600dpi/10MHz)
RGBフィルターオンチップCMOSセンサIC開発技術
また、CIS市場の変遷に伴いCIS性能も格段に向上しており、一例として図2のデータ転送レートの変化を挙げておく。

3. 当社CISの強み

3.1 ビジネスモデル

当社CISのビジネスモデルの概念図を要旨の図に示す。当社CISの受注はカスタム/セミカスタムを中心としている。高速CMOSセンサIC、高機能ASIC、高密度実装技術などの最先端コア技術/キーパーツをベースに、読み取り幅、読み取り速度、画素密度等の様々な顧客の要求に合わせて、最適解を提案していくスタイルである。その結果、現在の当社CISの主要市場は複写機や金融端末用途として従来の構成を打破し、新たな市場を開拓するものとなった。複写機用途ではA3CISがその省スペース性や高い耐衝撃性というメリットを生かし、A3複写機のADF(Auto Document Feeder)内部に搭載され、また、A0CIS(読み取り幅:約926mm)は大型複写機用途CISとして初めて開発・量産化を達成し、競合他社の追随を許していない。一方、金融端末CISはATM(Automatic Teller Machine)等、多くの紙幣判別装置に搭載されており、従来の部分的画像判別から紙幣全体画像判別へと判別精度の向上に貢献している。

3.2 複写機用途A3CIS

複写機用途CISの代表例として、“WAシリーズ”を構成するキーパーツとその特長について述べる。

(1) センサIC

画素密度600dpiのセンサICは受光素子としてリニアリテイ・残像特性の良好なフォトダイオードを採用し、その素子構造を最適化することで高感度を実現するとともに、アナログ出力回路定数の最適化によって暗出力偏差(固定パターンノイズ)の抑制効果と相まって、高S/N(Signal to Noise ratio)を達成している。また、センサIC内部のデジタル回路は2つのデジタル信号で制御可能とするとともに

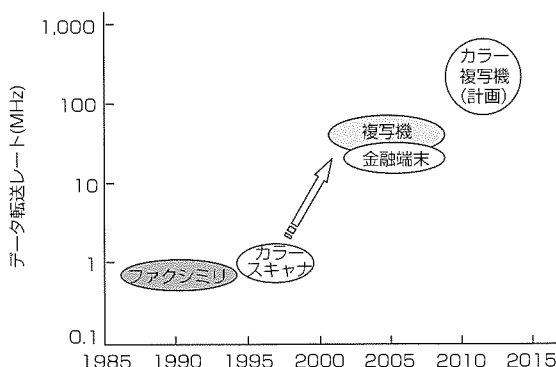


図2. CIS市場の変遷

カスケード接続可能とすることで、並列駆動にも適している。製造プロセスはCMOSプロセスを採用し高速性(10MHz)と低消費電力(CCD(Charge Coupled Device)比約1/5)も両立している。

(2) Xe光源

省スペース性を要求されるADF内蔵型CISに向け5角形の小型断面形状を持つ当社独自の平面光源を開発した(図3)。この光源の小型化は、電極を金属導体から十分な距離をとって配置しハーネスの取り出し構造を工夫することで十分な絶縁耐圧を確保して、金属筐体に近接配置できるようになったことによるものである。このような構造をとることで、原稿との距離の最短化による十分な照度確保に加え、CISの小型化を達成している。

(3) 信号処理IC(ASIC)

デジタル信号処理を行うASICは高速データ転送のために並列駆動されたセンサICアレイからの複数のアナログ信号をA/D変換するため、高速アナログ回路(S/H(Sample & Hold), MUX(Multiplexer))と10ビットADC(Analog to Digital Converter)を内蔵している。また、画像処理機能としてはA3幅全画素(7,200画素)の白黒補正を読み取り速度内に高速処理できる特長を持ち、そのデータ出力方式をLVDS(Low Voltage Differential Signaling)(8ビット×2パラレル)として、高速性(640Mbps)・EMI(Electro Magnetic Interference)抑制を考慮した構成としている。

上記のようなキーパーツを開発することで、従来比80倍の高速化を図り、複写機用途に対応できる高機能CISを提供することで複写機市場への新規参入を実現している(図4, 表2)。

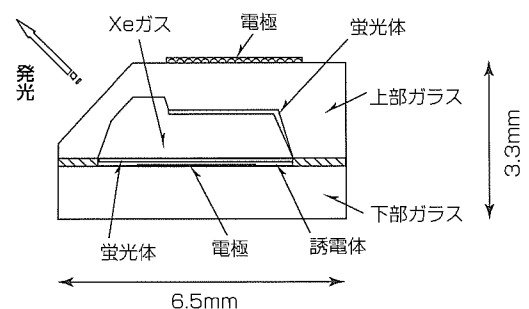


図3. 当社独自の平面光源(断面図)

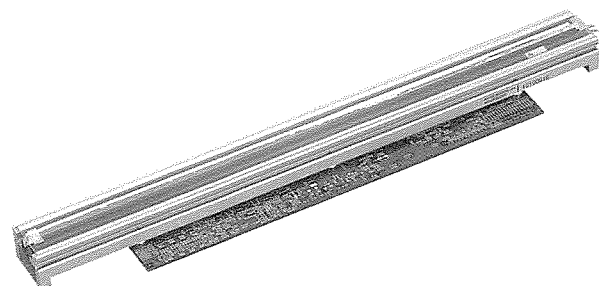


図4. 複写機用途A3CISの外観

表 2. 複写機用途／金融端末用途CISの仕様

	WA6R304X	XG2D106AX
読み取り幅 (mm)	304.8	106
有効画素数	7,200	835
画素密度 (dpi)	600	200
読み取り速度 (μs/line)	100	80
電源電流 (光源を除く)	+5V×2.0A	+5V×0.5A
データ出力方式／ データ転送レート	8ビットデジタル× 2パラレル LVDS/80MHz	8ビットデジタル× 2パラレル LVDS/40MHz
光源	Xeランプ (YG)	LED：赤 (630nm), 緑 (530nm), 青 (470nm), 赤外 (880/950nm) から選択
外形寸法 (mm)	330×30×23	136×25×12

3.3 金融端末用途CIS

次に、金融端末用途CISの代表例として“XGシリーズ”を構成するキーパーツとその特長について述べる。

(1) センサIC

センサICは複写機用途をベースに良好なりニアリティ、残像特性、高S/Nを達成するとともに、用途に合わせた画素密度(50~400dpi)要求にこたえるため画素密度の切り替え機能を実現している。

(2) LED光源

紙幣判別用途では照明系に、小型、高輝度、高均一性と複数の波長が要求されるため、LED発光素子と導光体を組み合わせた方式を採用することで達成し、発光波長もRGBと赤外(IR)に対応している。

(3) 信号処理IC (ASIC)

デジタル信号処理を行うASICは、複写機用ASICの高速性を継承しつつ金融端末用途で要求される多色光源制御ブロックを加え、画像処理機能としてA4幅全画素(2,500画素×4色)の白黒補正やチップ境界部補間動作を読み取り速度内に高速処理できる特長を持っている(図5)。

このようなキーパーツを開発することで従来比40倍の高速化を図り、多色光源による読み取り可能な高機能CISを提供することで、金融端末市場への新規参入を達成している(図6、表2)。

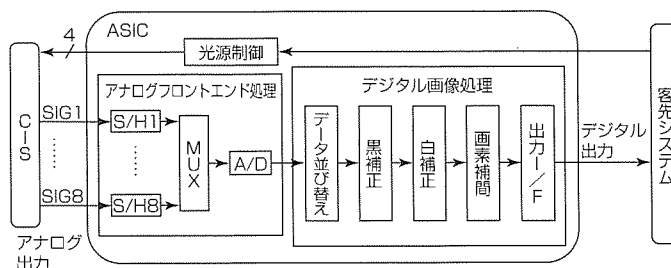


図 5. 金融端末用途CIS用ASICのブロック図

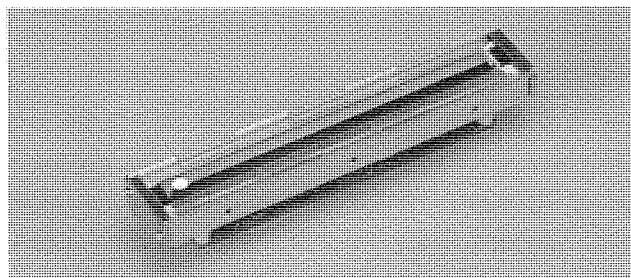


図 6. 金融端末用途CISの外観

4. む す び

このように、様々な市場要求にこたえるために独自キーパーツ開発とそれらを組み合わせたカスタム機種開発を積極的に展開してきている。今後もこの基本路線を大きく変えることなく、ビジネス規模を拡大していく予定であるが、将来の展望を含め、特に次の2点を特筆しておきたい。

4.1 カラー複写機対応

まもなく本格化が予想されている高速A3複写機のフルカラー化に対応するため、カラーキャナ用CISで一般的に採用されているLED光源順次点灯方式に比べ原理的に3倍の読み取り速度を実現できる“白色光源+カラーフィルタ方式”CISを鋭意開発中である。

4.2 金融端末用途の高機能化対応

今後の金融端末市場の要求としては紫外光源による機能アップが挙げられ、紫外光源の搭載に向けキーパーツ開発が急務である。セキュリティ機能強化を背景に今後ますます需要増が予想される金融端末市場での事業強化を図っていく。

参 考 文 献

- (1) 浜口忠彦, ほか: 光源順次方式カラー密着イメージセンサ, 画像電子学会研究会予稿97-05-03 (1997)



特許と新案***

三菱電機は特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは
三菱電機株式会社 知的財産渉外部
電話(03)3218-9192(ダイヤルイン)

マイクロストリップアレーアンテナ 特許第3279268号(特開2000-101341)

この発明は、小型、薄型、軽量かつ簡単な構成で、固定ビームを発生するマイクロストリップアレーアンテナに関するものである。

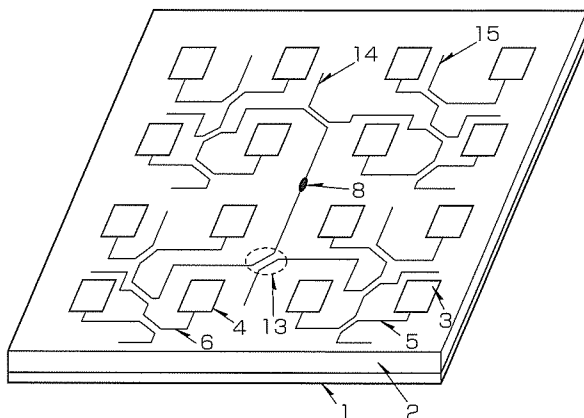
従来の装置は、アンテナの小型、軽量化を図るために、放射素子と同一平面上にマイクロストリップ線路を設け、多層基板を用いずに、共平面給電方式によって電力分配・合成回路を構成していた。この場合、T分岐線路周辺で多重反射が発生し、所望の励振分布が得られないという問題があった。

この発明は、放射導体に接続されるマイクロストリップ線路に対して、1/4波長となる所定の線路長にわたり他のマイクロストリップ線路を近接させ、近接したマイクロストリップ線路のアイソレーション端子に無反射終端器を接続した1/4波長側結合形方向性結合器を設けたものである。

これによって、共平面給電方式で薄型・軽量化・低コスト化を図るとともに、多重反射を抑えて所望の励振分布を

発明者 柿崎健一、佐藤正人、大嶺裕幸、古屋輝雄
得ることができるという、効果を得られる。

また、無反射終端器として、ポリマー膜厚抵抗を用いることで、容易に製造することができる。



13: 1/4波長側結合形方向性結合器
14: 抵抗膜
15: オープンスタブ

後方乱気流観測装置 特許第3570353号(特開2002-40134)

発明者 大鋸康功

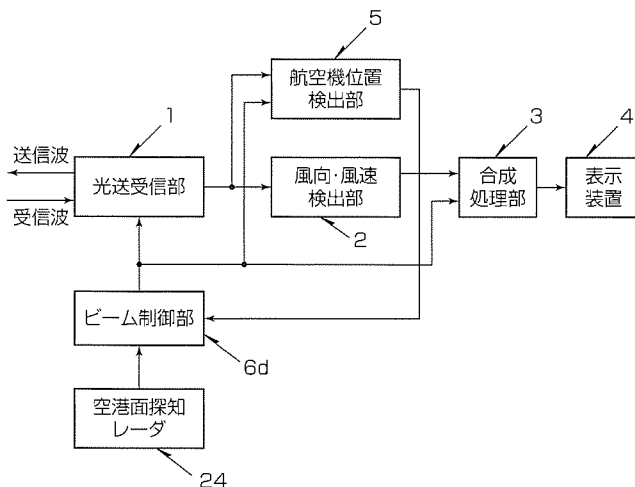
この発明は空港の滑走路上空にレーザービームを送信ないし走査して、航空機の離着陸によって発生する後方乱気流の観測を行う後方乱気流観測装置に関するものである。

従来の装置は後方乱気流が発生していない範囲を含めて広範囲にレーザービームを走査して後方乱気流の検出処理を行っているため、受信した大量のデータを処理する必要があり、ビーム走査時間及び後方乱気流の検出処理に無駄な時間があった。

この発明はレーザービームを走査する光送受信機と航空機からの反射波からその位置を検出する航空機位置検出部と、この航跡判定部の航跡情報に応じて光送受信機のビーム走査範囲を航跡周辺に限定する方位・仰角指示部を備えることで、走査時間・検出処理時間を改善するものである。

他の方法として、レーザービームを走査する光送受信機と航空機の侵入又は出発を監視する空港監視レーダとこのレーダによって検出された滑走路上空における航空機の位置

情報を上記光送受信機のビーム走査範囲を航空機の航跡周辺に限定する方位・仰角指示部を備えることで、走査時間・検出処理時間を改善するものである。





特許と新案***

三菱電機は特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは
三菱電機株式会社 知的財産渉外部
電話(03)3218-9192(ダイヤルイン)

駐車場システム 特許第3649068号(特開2001-155200)

発明者 島 光秀

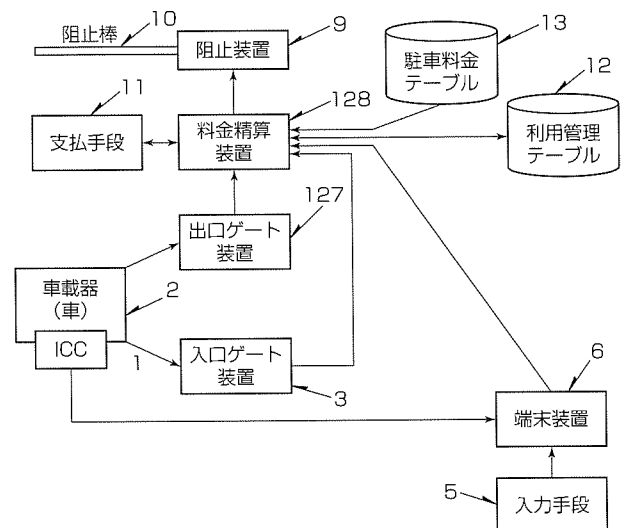
この発明は、店舗と駐車場とを連携して、利用者の購入金額や利用実績に応じて駐車料金を割引く駐車場システムに関するものである。

従来の装置は、利用者の購入金額や利用実績に応じて駐車料金を割引くには、専用駐車券が必要であり、利便性が良くないという問題があった。

この発明は、IDの記録されたICカードの組み込まれた車載器とゲート装置との間で無線通信を行い、駐車場の利用時間を計算する。また、車載器から取り出したIDカードに対応付けて駐車場の割引情報を入力する店舗端末を設ける。この際、店舗端末で入力された割引情報と駐車場の利用時間に基づいて、料金精算装置で事前に料金精算を実施することで、割引された料金で車両の通行を許可するものである。

これによって、無線通信によって駐車車両の入退場管理を行う際、店舗と駐車場とを連携して、利用者の購入金額

や利用実績に応じて駐車料金を割引くことができ、利便性が向上する。



〈本号記載の商標について〉

本号に記載されている会社名、製品名はそれぞれの会社の商標又は登録商標である。

〈次号予定〉三菱電機技報 Vol.81 No.9 特集「新時代のカーライフを実現する先進技術」

三菱電機技報編集委員 委員長 山口隆一 委員 小林智里 増田正幸 滝田英徳 佐野康之 糸田敬 世木逸雄 江頭誠 河合清司 長谷勝弘 木槻純一 逸見和久 光永一正 河内浩明 橋高大造 事務局 園田克己 本号取りまとめ委員 辻 順一郎	三菱電機技報 81巻8号 (無断転載・複製を禁ず) 2007年8月22日 印刷 2007年8月25日 発行 編集人 山口隆一 発行人 園田克己 発行所 三菱電機エンジニアリング株式会社 e-ソリューション&サービス事業部 〒102-0073 東京都千代田区九段北一丁目13番5号 日本地所第一ビル 電話 (03)3288局1847 印刷所 株式会社 三菱電機ドキュメンテクス 発売元 株式会社 オーム社 〒101-0054 東京都千代田区神田錦町三丁目1番地 電話 (03)3233局0641 定価 1部945円(本体900円) 送料別
三菱電機技報 URL 三菱電機技報に関するお問い合わせ先	URL http://www.mitsubishielectric.co.jp/corporate/giho/ URL http://www.mitsubishielectric.co.jp/support/corporate/giho.html
英文季刊誌「MITSUBISHI ELECTRIC ADVANCE」がご覧いただけます	URL http://global.mitsubishielectric.com/company/rd/advance/

スポットライト UHF帯RFIDリーダライタ装置

ユビキタス社会の構築に向けて、RFIDによる自動認識技術が注目されています。

RFIDとは、Radio Frequency Identificationの略で、無線による非接触自動認識技術です。

国内では、他の周波数帯域よりも通信距離が長いUHF帯のRFIDが2005年4月に許可され、様々な場面での活用が期待されています。

三菱電機では、長年にわたって蓄積してきた無線通信技術、電波技術などの総合的な技術力を活用して、UHF帯RFIDリーダライタ装置、RFIDタグ、及び最適なソリューションを提供します。

当社が2006年7月、業界に先駆けて販売した国際標準規格EPCグローバルC1G2準拠の“UHF帯RFID評価キット”や、2006年12月に販売した電波干渉対策を強化した高性能版の“新型UHF帯RFID評価キット”は、機材管理・リターンブルコンテナ管理・物流管理・車両入退場管理システムなどの導入検証に広くご利用いただいています。

リーダライタ装置の製品特長

Point 1 パッシブ型で長距離読取を実現

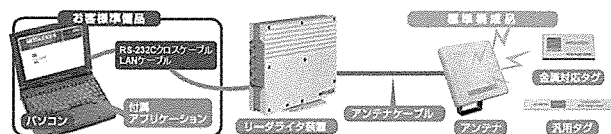
送信出力1Wの高出力に対応し、最大7m^{#1}の読取距離を実現しました。1枚のアンテナで複数枚タグの同時読取が可能です。

Point 2 7段階の送信出力調整で、電波干渉対策を強化(リーダライタ装置)

電波干渉対策として、LBT^{#2}機能搭載に加え、更なる電波干渉対策として、リーダライタ装置から発射する電波の強さを、ユーザー設定によって7段階で変更可能です。使用環境に合わせて送信出力を調整できるため、周囲環境からの電波干渉の影響を抑えるのに効果を発揮します。

(※1) 使用するアンテナ、タグ、環境条件等によって読取距離は変化します。
(※2) Listen Before Talk

RFID評価キット



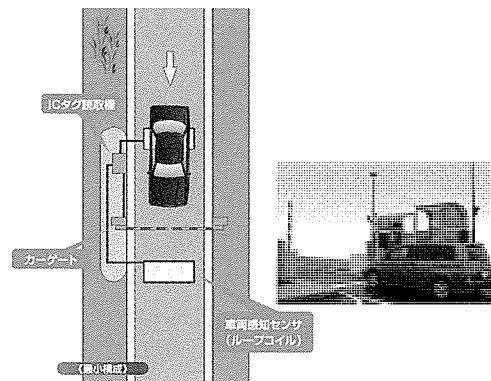
Point 3 RS-232CとLAN(10/100BASE-T)インタフェースを搭載

RS-232CとLANの通信規格であるEthernetの高速インタフェース“10/100BASE-T”によって外部機器との接続/連携が可能です。複数のリーダライタ装置を1台のパソコンで制御でき、拡張性と柔軟性に優れたシステムの構築が可能で、生産管理システムなどに適しています。

UHF帯RFIDシステム

システム事例：車両入退場管理システム

- 長距離RFIDをアンテナにかざすことで、入場許可者かどうかを認証することが可能です。
- 車両とドライバー情報を紐付けし、登録することで、車両の管理が可能です。
- 入退場履歴はリアルタイムにデータベースに登録し、集中管理を実現します。



システム事例：機材棚卸管理・機材検索システム

- 対象物に向けて電波を照射し、対象物を一括認識可能な送受一体型ハンドアンテナ(左)と、対象物を個別に読取り可能なハンディリーダ(右)の2つの方法が利用できます。
- 搜索対象物を登録しておき、対象物を認識したときにアラートを出して報告します。
- 棚卸結果、機材搜索結果はリアルタイムに管理装置に登録し、集中管理できます。

