

準天頂衛星システム

「通信・放送・測位」複合サービス

新衛星ビジネス株式会社

昆 資之

1. はじめに

この論文では、準天頂衛星システムの概要とサービス・アプリケーション事例（案）を示す。

準天頂衛星システムによって、旧来サービスの充実化・新規サービスの創出は、日本の IT 環境進化に不可欠な各種インフラ整備進展への準天頂衛星システムそのものによる効率的貢献に加えて、5～6年後における IT 関連の様々な活用場面で大きな役割を果たすことができると考えている。特に、準天頂衛星システム搭載の測位機能提供により、従来以上に「位置情報関連サービス」の拡大が国民に受容され、「安心・安全・快適」な生活環境の獲得が可能となると考えている。

準天頂衛星システムのサービスエリアは基本的には日本国内を第一優先とするが、準天頂衛星システム搭載の各機能の一部は、韓国や中国沿岸の上海等の大都市や武漢等の内陸部大都市、またオーストラリアやニュージーランドに対しても利用可能性を有するものである。

2. システム概要

2.1 必要性和仕組み

従来の静止衛星による通信環境は、各種の対策・工夫を凝らして様々なサービス提供が行われてきているが、日本の国土は中緯度に位置するため静止衛星の仰角が45°程度となり、特に都市部のモバイルユーザーや山間部のユーザーにとって、ビルや山等の遮蔽物の存在によって本質的に十分なものとは言えない状況である。

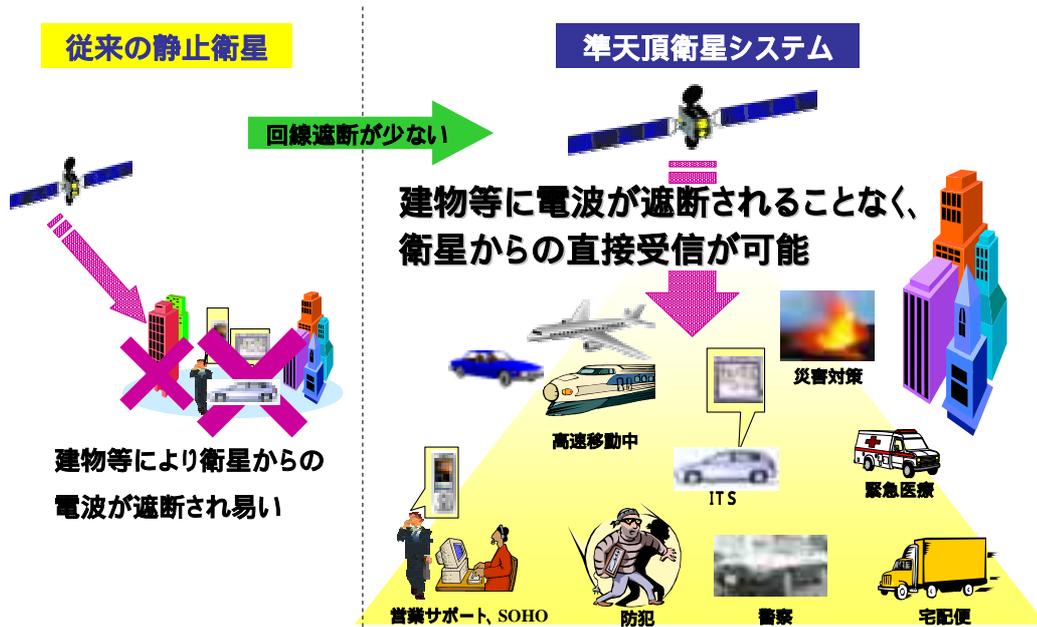


図1．準天頂衛星システムの必要性

準天頂衛星は、特定地域から見て、いわゆる「8の字軌道」上に位置する衛星群である。例えば、静止衛星軌道を赤道面から約45°傾斜させた軌道面を飛行する衛星群等がある。この配置によれば、上記の「低仰角」環境から脱却し約70°（場合によってはそれ以上）の「高仰角」環境が日本全土で得られるので、都市部のモバイルユーザや山間部のユーザにとって衛星通信環境改善に大きく資する基盤を与えることができる。

準天頂衛星軌道1つだけに衛星を1機配置した場合、地球の自転により、日本付近での「高仰角」確保は約8時間となる。従って、24時間ノンストップ運用を前提とする衛星通信環境改善を実現するためには、赤道面から傾斜させた準天頂衛星軌道に最低1機の衛星を配置し、更にこの準天頂衛星軌道を赤道面に沿って互いに120°間隔に設定し、各軌道上の衛星が地球の自転に合わせて次々に日本上空・近海を飛来するようにすることが必要である。即ち、最低でも準天頂衛星群は3機天空に配置しなければならない。

この準天頂衛星軌道を飛行する各衛星は、日本を中心とする北半球上で相互に8時間ずつ日本付近を「高仰角」で照らすことができるので、日本及び日本と国土の近い韓国等へ容易に電波を提供することが可能である。更に、各準天頂衛星は南半球へも飛来するので、「高仰角」の具体的な高さ（特にオーストラリア全土をカバーする場合、約70°より低くなる）や照射時間（「非対称8の字軌道」の場合、同じ8時間内に衛星が移動する距離が日本上空時よりも大きい）等の制約は見られるが、理論的には南半球の各都市、即ちオーストラリアやニュージーランドのユーザへも電波を提供することが可能である。



図2 . 準天頂衛星の仕組み

2.2 利点

準天頂衛星システムの第一の利点は、「高仰角」特性である。

複数の軌道案のうちの1案(「非対称8の字軌道」)によれば、日本付近で約70°の仰角が得られるので、特に衛星通信・衛星放送の各業務については、ユーザアンテナの指向方向をほぼ真上に設定できること等から、モバイルユーザにとって従来の静止衛星の場合よりも簡易なアンテナ設定環境が実現できる。このことにより、乗用車の同乗者等に対するコンテンツ配信サービスの裾野が拡大する可能性がある。更に、固定局ユーザにとって、従来の静止衛星方面へのアンテナ設置に支障がある環境でも、ほぼ真上の空が開けている場合は、ユーザアンテナの指向方向をほぼ真上に設定すること等により、衛星通信環境が大きく改善する可能性が出てくる。

準天頂衛星システムの第二の利点は、「周波数の再利用」である。

ITU 規約上では、先行の各種静止衛星サービスを妨害しないように後発衛星サービスを導入する必要がある。準天頂衛星の「高仰角」特性は、通常の静止衛星の仰角との差が有意であるため、現在静止衛星で利用中の各種周波数を準天頂衛星でも再利用することが可能となる。

そのため、国家資産として有限である各種周波数リソースの有効活用により、地上網と衛星通信網(特に高指向性アンテナ利用の場合)の棲み分けを更に有機的に取り扱う政策の推進が容易になる可能性もある。

2.3 軌道(案)

現時点では、準天頂衛星軌道案を複数検討している。

その中から、楕円軌道(非対称8の字軌道、卵形軌道)と真円軌道(対称8の字軌道)の3種類について説明する:

(1) 非対称8の字軌道

例えば、Eccentricity = 0.099 として、アポジー点(日本近辺)を高度 40,338km、ペリジー点(オーストラリア近辺)を高度 31,990km に選ぶと、日本近辺における衛星移動軌跡(オペレーショナル・ループ)が小さくできる。

この軌道の利点は、準天頂衛星搭載の「通信」「放送」「測位」の3つのミッションによる各種サービスがバランスよく日本近辺のユーザに提供できることである。また、オペレーショナル・ループと非オペレーショナル・ループの接点近辺で2機の衛星のハンドオーバを行うことにより、ユーザ端末におけるハンドオーバ機能を簡易(または無し)とすることが可能となる。

(2) 卵形軌道

例えば、Eccentricity = 0.2 として、アポジー点(日本近辺)を高度 45,019km、ペリジー点(オーストラリア近辺)を高度 27,310km に選ぶと、日本上空での仰角を最大にとれる((1)の非対称8の字軌道より1~2°高い)。

この軌道の利点は、準天頂衛星搭載の「通信」「放送」「測位」の3つのミッションのうち、特に「放送」関連の各種サービスが他の軌道案よりも若干効率的に日本近辺のユーザに提供できることである。

(3) 対称8の字軌道

例えば、Eccentricity = 0.0 として、アポジー点(日本近辺)を高度 36,164km、ペリジー点(オーストラリア近辺)を高度 36,164km に選ぶと、日本近辺におけるオペレーショナル・ループは非オペレーショナル・ループと完全対称となる。

この軌道の利点は、準天頂衛星搭載の「通信」「放送」「測位」の3つのミッションのうち、特に「測位」関連の各種サービスが他の軌道案よりも若干効率的に日本近辺のユーザに提供できることである。

表1. 準天頂衛星軌道(案)

項目	傾斜同期軌道 (対称軌道)						傾斜同期楕円軌道 (楕円軌道)						傾斜同期楕円軌道 (非対称軌道)									
	北半球でのアグリゲータ			南半球でのアグリゲータ			北半球でのアグリゲータ			南半球でのアグリゲータ			北半球でのアグリゲータ			南半球でのアグリゲータ						
軌道の軌跡																						
軌道の傾角(deg)	45°						45°						45°									
周期(分)	23時間56分						23時間56分						23時間56分									
離心率	0						0.2						0.099									
衛星数	3						3						3									
軌道の可動性	対 静止衛星 非システム内						なし						なし									
運用色別アクセス状況	あり						なし						あり									
運用色別アクセス状況	東京	横濱	那覇	上海	ソウル	北京	シドニー	東京	横濱	那覇	上海	ソウル	北京	シドニー	東京	横濱	那覇	上海	ソウル	北京	シドニー	
仰角	最小(deg)	56	61	64	59	56	66	55	79	71	66	67	63	40	38	79	70	65	66	67	54	53
	最大(deg)	89	90	87	81	81	86	89	85	87	82	80	78	82	80	88	88	78	73	76	82	85
	ハルオーバ-時差角(deg)	17	17	17	17	17	17	17	16	16	16	16	16	57	65	0	0	0	0	0	26	62
	高度	36100	36495	36350	36551	36716	36250	36289	44747	44000	45129	45048	44927	34955	35078	40078	40003	40477	40449	40670	35082	35092
	最近(km)	35859	35796	35798	35852	35861	35806	35794	41452	41636	41394	41442	41480	27082	27139	38249	38494	38281	38484	38586	31680	31800
	偏差(km)	244	699	552	689	855	444	495	3295	2354	3745	3506	3447	7944	7939	1829	1509	2196	1965	1684	3332	3292
	偏差(N)	0.7	1.9	1.5	1.9	2.3	1.2	1.4	7.4	5.4	8.3	8.0	7.7	22.7	22.6	4.6	3.8	5.4	4.9	4.2	9.5	9.4
傾角0度以上存在電(N)																						
通信パラメータ(周波数に依存する項目)	については0.14GHzを適用)																					
伝播遅延(sec)片方向	0120	0122	0121	0122	0122	0121	0121	0149	0147	0150	0150	0150	0117	0117	0134	0132	0135	0135	0134	0117	0117	
伝播ロス(dB)	206.5	206.6	206.5	206.6	206.6	206.5	206.5	208.3	208.2	208.4	208.4	208.4	206.2	206.2	207.4	207.4	207.5	207.5	207.4	206.2	206.2	
地上電力密度変動(dB)	0.00	0.06	0.07	0.08	0.10	0.05	0.06	0.31	0.23	0.35	0.33	0.32	0.89	0.89	0.19	0.15	0.23	0.21	0.18	0.39	0.39	
ドップラー周波数変動(Hz)																						
利点	<ul style="list-style-type: none"> ・南半球においても北半球と同様の利用可能 ・北半球利用時他タイプより高度が比較的低く、偏差も少ない 						<ul style="list-style-type: none"> ・日本上空での仰角が最も高い ・日本近隣国での仰角が60°以上 						<ul style="list-style-type: none"> ・北半球利用時ハルオーバ-時差角が無くハルオーバ-時の連続運用が可能 ・日本上空での仰角が高い ・日本近隣国での仰角が65°以上 									
欠点	<ul style="list-style-type: none"> ・日本上空および日本近隣国での仰角が高くおれない ・北半球利用時他タイプに比べハルオーバ-時差角が大きハルオーバ-時の連続運用が困難 						<ul style="list-style-type: none"> ・南半球における利用は難しい ・高度が高く、偏差も大きい ・北半球利用時ハルオーバ-時差角が大きハルオーバ-時の連続運用が困難 						<ul style="list-style-type: none"> ・南半球における利用は難しい 									
評価	<ul style="list-style-type: none"> ・南半球の利用を考慮する場合は ⊙ ・北半球のみの利用の場合は △ 						<ul style="list-style-type: none"> ・南半球の利用を考慮する場合は △ ・北半球のみの利用の場合は ⊙ ・放送利用に特化する場合は ⊙ ・通信利用も実現の場合は ○ 						<ul style="list-style-type: none"> ・南半球の利用を考慮する場合は △ ・北半球のみの利用の場合は ⊙ ・放送利用に特化する場合は ○ ・通信利用も実現の場合は ⊙ 									

2.4 アプリケーション・コンセプト

準天頂衛星システムの最大対象ユーザは、モバイルユーザ全般である。

もちろん、既に述べたように、都市部・山間離島部の難視聴世帯へのサービス補完にも役立つが、CATV 含め既存の地上ネットワークにより様々な対策が講じられているので、先行業者圧迫とならない範囲での共存を図りたいと考えている。

モバイルユーザとしては、陸海空の3分野の各種ユーザが準天頂衛星システムのターゲットである。

具体的には、乗用車のドライバー・同乗者、バス・タクシー・列車等の公共の運行サービス共用者・乗客、航空機操縦者(特に小型機等の航空管制対象機種への支援)、各種船舶の船長・乗客等である。更には、既に7,000万人が契約している携帯電話・自動車電話・PHS利用者についても、既存の各種通信サービスの補完(山間部等でのローミング)や測位機能による「位置情報関連サービス」の拡大に寄与する形で準天頂衛星システムがユビキタス・ネットワーク・サービス実現に役立つことが可能であると考えている。

準天頂衛星システムによる各種アプリケーションのコンセプトは、従来は異なる衛星プラットフォームによる提供であった「通信」「放送」「測位」の3種類のミッションを同時に搭載し、「通信」のみ、「放送」のみ、「測位」のみの新旧サービスの拡大はもちろんのこと、「通信」「測位」「放送」「測位」等の複合サービスの提供も行うものである。「通信」「放送」分野では既存の各種サービス補完に加え、モバイルユーザ対象の色々なサービスを提供する。「測位」分野は、「測位」機能単独でもGPS補完またはGPS補強の

サービスを日本近辺に限なく提供することで、測量作業の効率化はもちろんのこと、一般ユーザに対する各種「位置情報関連サービス」提供のための共通基盤を構築・提供する。

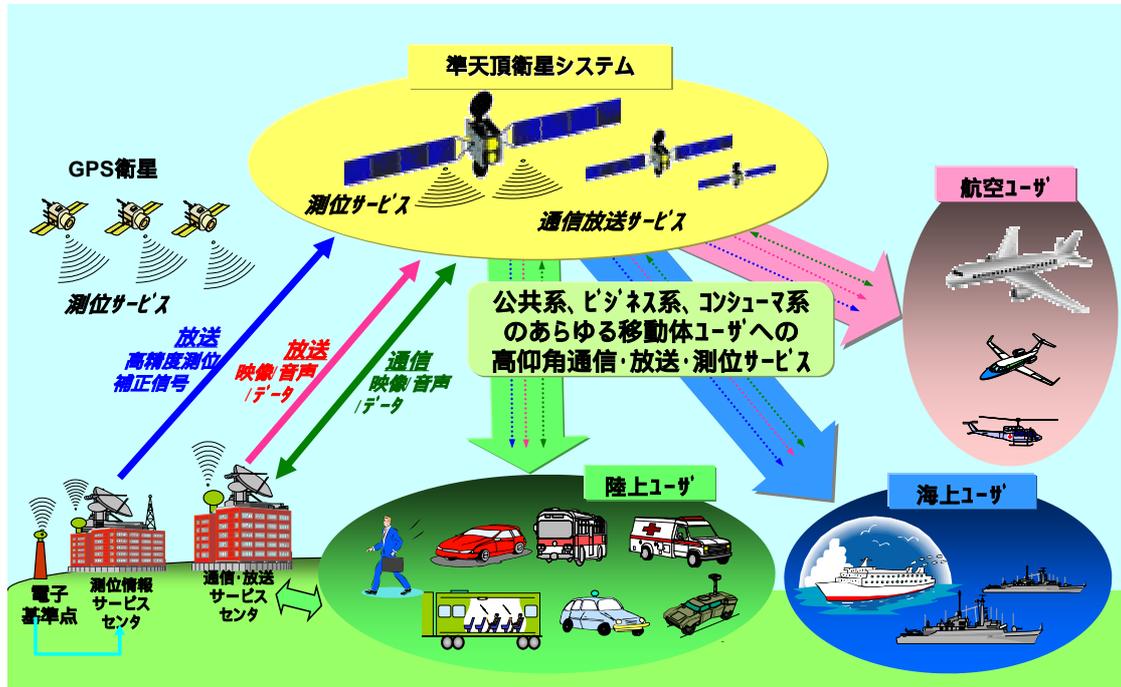


図3．準天頂衛星システム アプリケーション・コンセプト

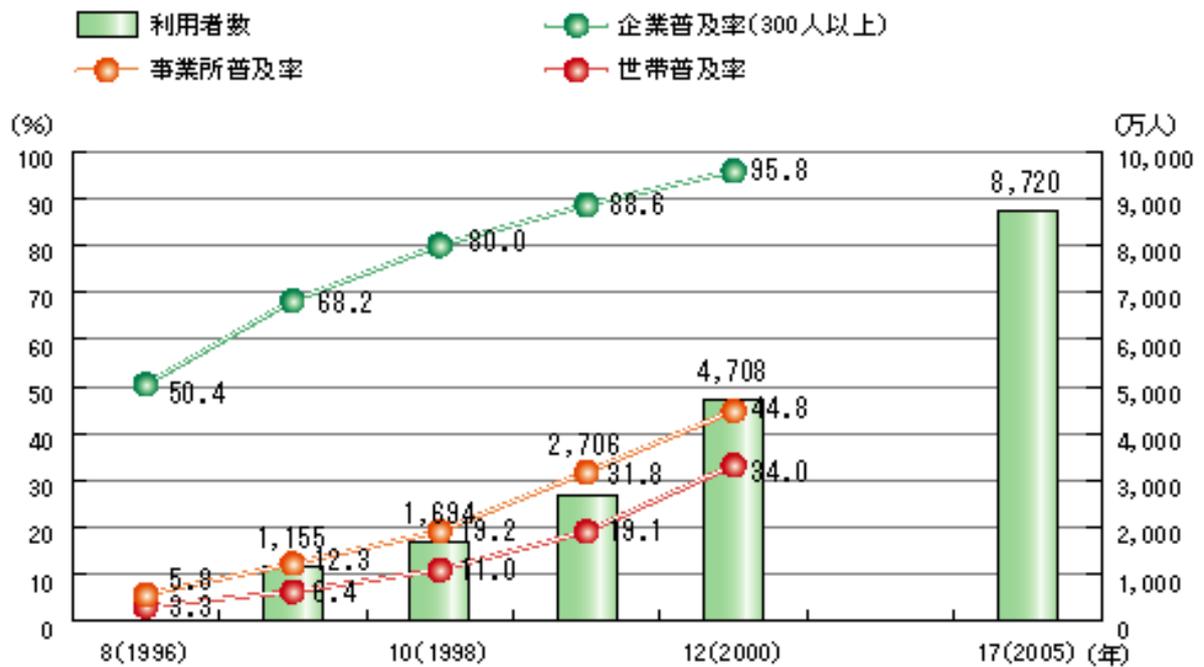
3．環境分析

3.1 インターネット利用の増加状況

平成13年度の総務省「情報通信白書」によれば、平成17年度には約8,700万人が何らかの手段によってインターネットを利用すると予測されている。

平成12年度のインターネット利用人口が約4,700万人であったことを考えると、今後5年間で2倍近い利用者増が見込まれることになる。

平成12年度の利用場面で区分すると、従業員300人以上の一般企業における利用率は、既に95.8%に達している一方、SOHOや個人ユーザの利用率がそれぞれ44.8%、34.0%に留まっていることから、今後増加する利用者はこれらSOHO、個人ユーザであると考えられる。



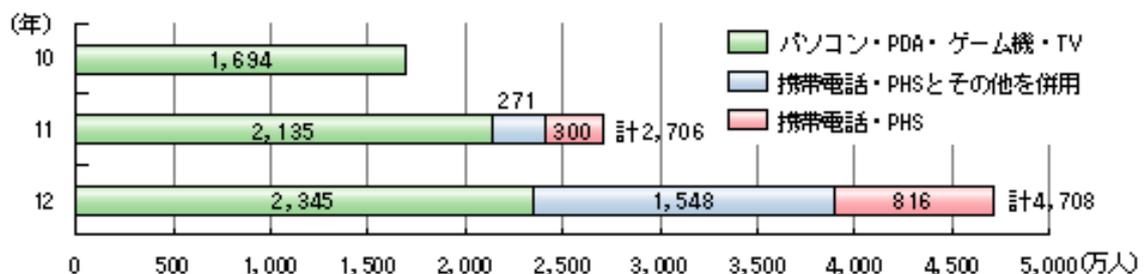
※1 事業所は全国の(郵便業及び通信業を除く。)従業者数5人以上の事業所。
 ※2 「企業普及率(300人以上)」は全国の(農業、林業、漁業及び鉱業を除く。)従業者数300人以上の企業。

【生活の情報化調査】、「通信利用動向調査」(総務省)より作成

図4 . 環境分析 1

3.2 インターネットアクセスの内訳

平成13年度の総務省「情報通信白書」によれば、平成11年度には約300万人が携帯電話・PHS等でインターネットアクセスを行っていたのに対して、平成12年度には約1,500万人が同じく携帯電話・PHS等でインターネットアクセスを行ったということである。この増加率は1年で約5倍である。このことにより、今後インターネットアクセス増加の中心となるのは、携帯電話・PHS等を含めたモバイル端末を保有するユーザであると考えられる。



※ 端末ごとの数値を四捨五入しているため、合計と一致しない場合がある。

(出典) 生活の情報化調査

図5 . 環境分析 2

3.3 全国通信サービスカバー率

最新の NTT ドコモ情報によれば、平成 16 年度末には FOMA の人口カバー率約 97% 達成となるとのこと(2002 年 10 月 23 日 HP 情報)である。第三世代のサービスカバー率は au や Vodafone も同程度の実現を目指している。

しかし、国土(面積)カバー率として見た場合、山間部・離島部等含めて約 40% と見られる。公共通信サービスの側面を持つ携帯電話・PHS の利用場面拡大については、公共財サービスと設備投資等経済原理とのバランスで残り 60% 全ての国土をカバーすることはかなり困難と見受けられる。

ITS の全国展開でも上記と同様なサービスカバー率向上への設備投資等の課題はある。

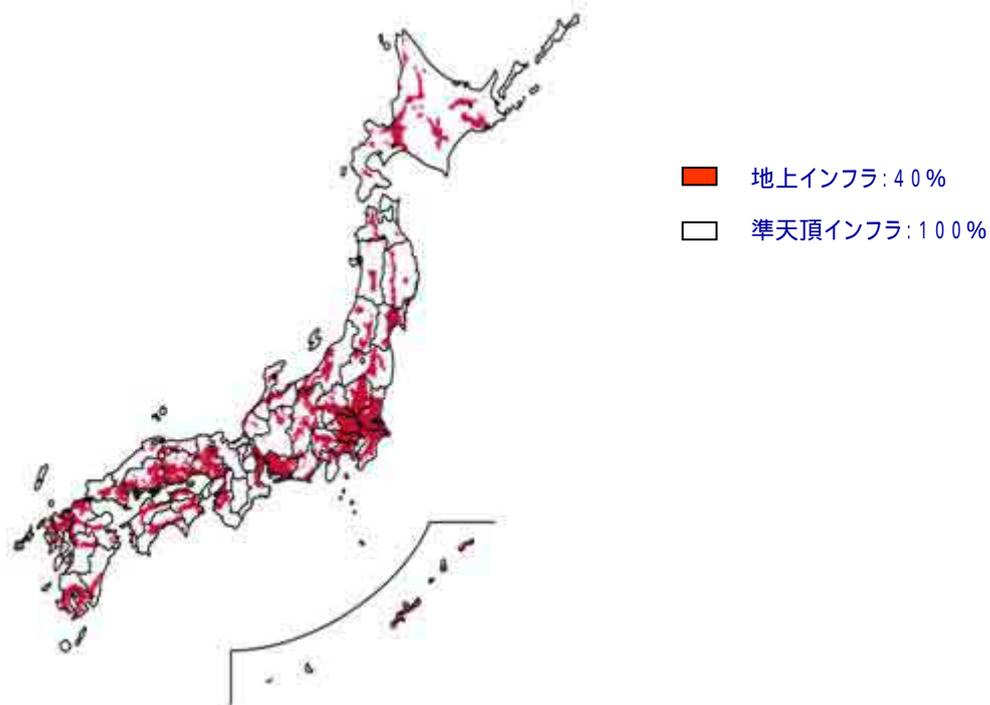


図 6 . IMT 2000 サービスエリア

3.4 準天頂衛星システムの役割

上記の各分析によって、準天頂衛星システムの「高仰角」特性は、今後急増が予想されるモバイルユーザ(携帯電話・PHS ユーザに加えカーナビ等の搭載自動車の運転者や同乗者・乗客等)をサービス対象とすることが自然であると言える。

また、準天頂衛星システムは全国通信サービス(面積)カバー率を補うことに十分に役に立つものと考えられる。

4 . サービス・アプリケーション事例 (案)

先行サービスの進展等により既に基幹的運用に入っている衛星通信関連サービスとして、公共サービスが第一に挙げられる。即ち、防災通信、遠隔教育、遠隔医療等である。準天頂衛星システムは、これらの既存サービスに対して、「高仰角」特性によるサービス(面積)カバー率向上の役目を果たすことができる。

また、報道機関等が活用している SNG (Satellite News Gathering) についても、準天頂衛星システムの特長 (ゲートウェイ局アンテナサイズが大きい、衛星側の G/T が大きい、離角が多いため他衛星との干渉が少ない等) により、従来設備よりも小型アンテナを活用する移動中の報道画像通信や新聞記者等からのアドホック通信が可能となる。これらはマラソン中継の画像向上や従来の衛星通信環境では実現しづらい地形 (山間部やビルの谷間等) における事件現場報道等に資することができる。

準天頂衛星システムによって、既存機能強化または新規創出可能なサービス・アプリケーション事例 (案) のうち、代表的なものを 6 種類下記に示す :

4 . 1 パーソナル・コミュニケーション

準天頂衛星搭載の「測位」ミッションによる、日本全国での GPS 補完 (準天頂衛星が新たな GPS として L1、L2、L5 帯レンジング信号を送出)、GPS 補強 (準天頂衛星から DGPS 信号、RTK-VRS 信号、GPS 捕捉支援信号を送出) の 2 種類のサービス信号送出によって、通常レベル (10 m 程度) からより精度の高いレベル (1 m 級、20 cm 級、2 cm 級) の位置情報を、モバイルユーザが取得する基盤が整備できる。

既に先行サービスが存在するが、精度確保のインフラの 1 つを準天頂衛星システムが提供するので、既存端末 (携帯電話・PHS・カーナビ等) 側での若干の工夫 (GPS 信号受信回路追加等) により、この「測位」環境を容易に利用することが可能となる。

従って、米国で法制化した E911 対応のサービスを日本国内でも本格的に提供すること、現在サービス開始となった POI (Point of Interest) に基づく店舗・イベントガイダンス等を高度化すること、或いは電波障害地域 (山間部やビル陰等) でのコンテンツ受信を補強すること等が、既存の様々なベンダー・プロバイダーとの協調関係の中で現実的になると考えられる。

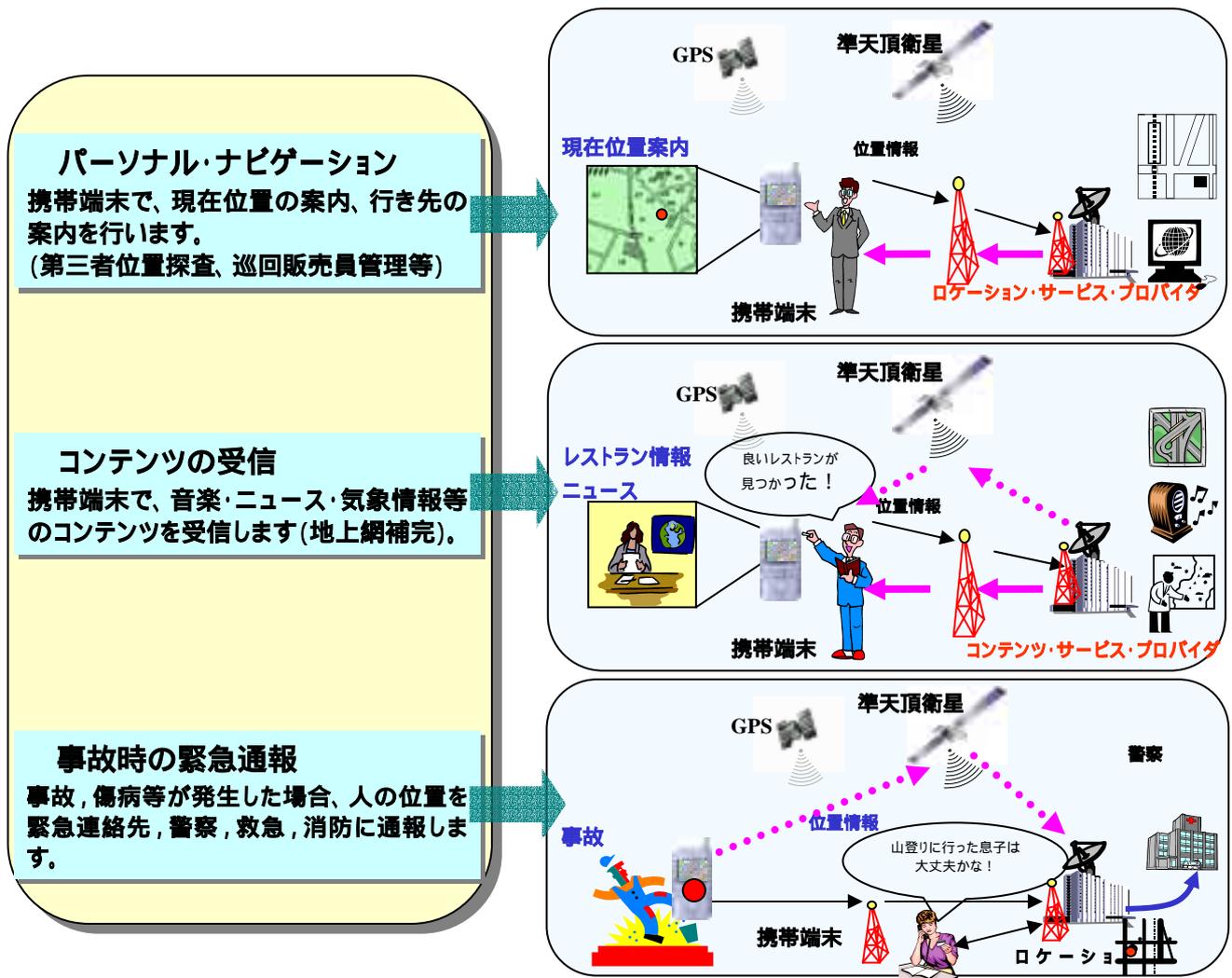


図7. パーソナル・コミュニケーション

4.2 リアシート・インフォテイメント

準天頂衛星搭載の「放送」ミッションによる、日本全国での各種放送サービスによって、移動中や渋滞中の各種自動車の同乗者に対して、各種コンテンツ（音楽、映像、ニュース、交通情報・気象情報等）を配信することが可能となる。トンネルや橋梁下等での電波受信対策は適宜必要となるが、ビル街や山間部始め高速道路沿いの防音壁近辺等を走行する自動車にも、準天頂衛星システム用の小型アンテナを搭載することで、現状では実現していない自動車への鮮明な画像配信を「いつでもどこでも」容易に利用することが可能となる共通基盤を整備できる。

このサービスは技術的には従来型の衛星マルチキャスト配信なので、移動中に選局をやり直すことなく日本全国どこへ行っても切れ目のない音楽チャンネルや馴染みのテレビ番組等を、クリアな受信環境で自動車搭乗の同乗者・乗客等が楽しめることになると考えられる。

更に、応用例として、列車搭載のアンテナから車内の乗客の所持する端末に向けて無線 LAN 等の手段

によって、準天頂衛星システムからの放送コンテンツを再送する環境も構築できる。このことにより、列車内でもユーザが視聴したい番組を継続的に提供するサービスが登場してくるものと思われる。

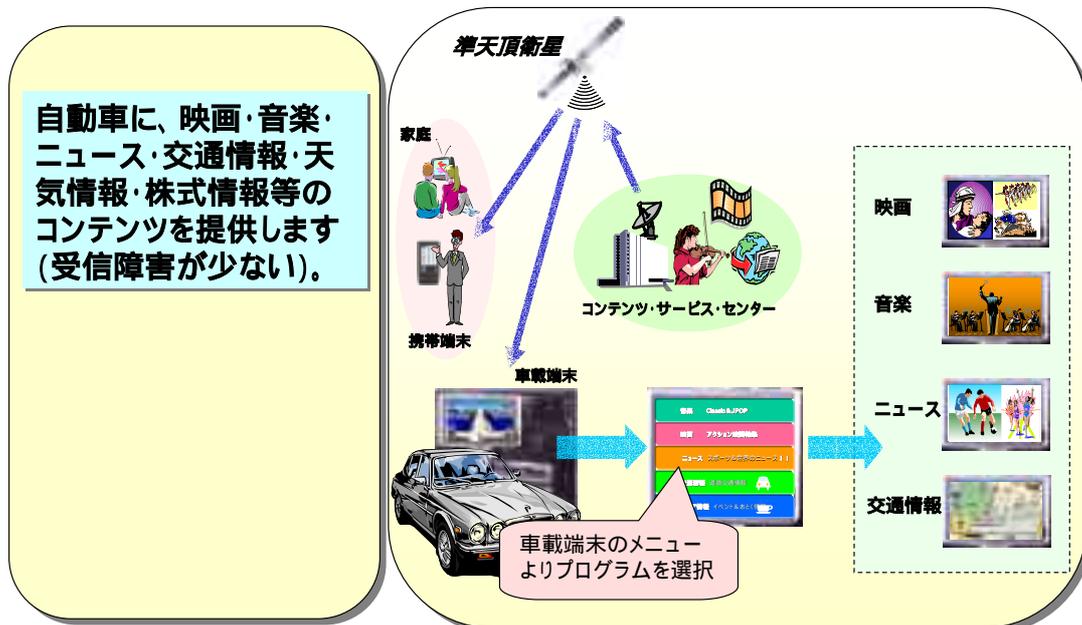


図8 . リアシート・インフォテイメント

4.3 テレマティクス

既にトヨタ G - Book を始めとして各種テレマティクスサービスが登場している。

準天頂衛星システムの「測位」機能だけでも、パーソナル・コミュニケーションの分野で既に述べたことと同等の高精度測位サービスが、先行の各種テレマティクスサービスの内容の充実化に役立つものと考えられる。更に、準天頂衛星システムの「高仰角」特性に基づく「通信」機能により、特に山間部・ビル街等における通信環境改善に資することも可能なので、プローブカー等による的確な交通量把握との連携に基づく従来以上のタイムリーな渋滞情報取得等により、自動車による移動が現状より飛躍的に効率的になるであろう。

具体的には、先行の各種サービスメニューに加えて、下記が利用され得る：

(1) リモートメンテナンスの実現

車両の稼働状況を運行中に車内センサーデータとして保存しておき、それを定期・非定期に保守サービス会社（ディーラーや契約整備工場等）へ通知する。通常は地上網経由でデータ送出手を行うが、地上網の通信エリア外では準天頂衛星システムによりデータローミングを行う等、データ収集の通信機能を準天頂衛星システムが補うこともあるが、原則として、準天頂衛星システムの「測位」機能により、センサーデータ蓄積タイミングの車両位置情報の獲得が容易になる点で、ドライバーの運転特性に適した整備を行う等、リモートメンテナンス業務の実効性を向上させることが可能であると考えられる。

保守サービス会社は、車両の稼働状況を把握することにより、緊急の場合は地上網経由でドライバーに対する走行支援を行うことも可能となるであろう。

(2) 既存サービスの拡充

パーソナル・コミュニケーションと同様に、緊急通報機能や事故・故障時の対応、更には盗難対策等の充実化にも、準天頂衛星システムの「測位」機能による GPS 利用環境整備が活かされるものと考えられる。

即ち、従来以上に詳細な位置情報を獲得することで、緊急通報発信拠点が山腹の何合目あたりなのか、そこへ救出に向かうのに山頂から降りた方が良いのか、それとも登山口から登る方が良いのか、等の判断が今までより容易になり、対応策もより迅速・的確に推進することが可能となるであろう。

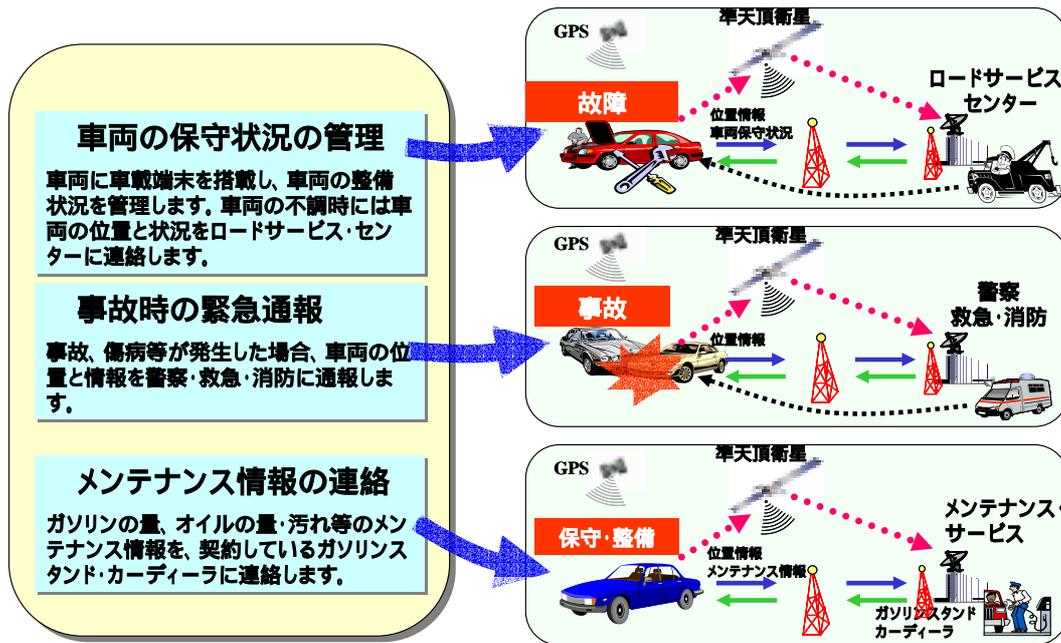


図9 . テレマティクス

4.4 運行管理

運行管理についても、既に多くの形態で先行サービスが存在する。

現状でも GPS 利用・非利用いずれのサービスもあるが、IT 社会における E コマース関連サービスの本格的発展に本来的に付随する物流分野の役割の重要性を考慮すると、準天頂衛星システムの「測位」機能が、高精度位置情報関連の各種サービスによって業務車両の運行管理の機能向上に役立つものと考えられる。

具体的には、従来以上に詳細な位置情報に基づく配達・運送・配車管理等が、IT 社会の E コマースユーザの欲する様々な形態にきめ細かく適合させて物流を展開する基盤になり、バーチャルな世界とリアルな世界の接点において、各物流関連サービスが一層進展することがありえるものと考えられる。

詳細な位置情報に基づく運行管理への準天頂衛星システムの適用を推進するには、GIS その他の周辺情報処理技術の更なる発展が不可欠である。

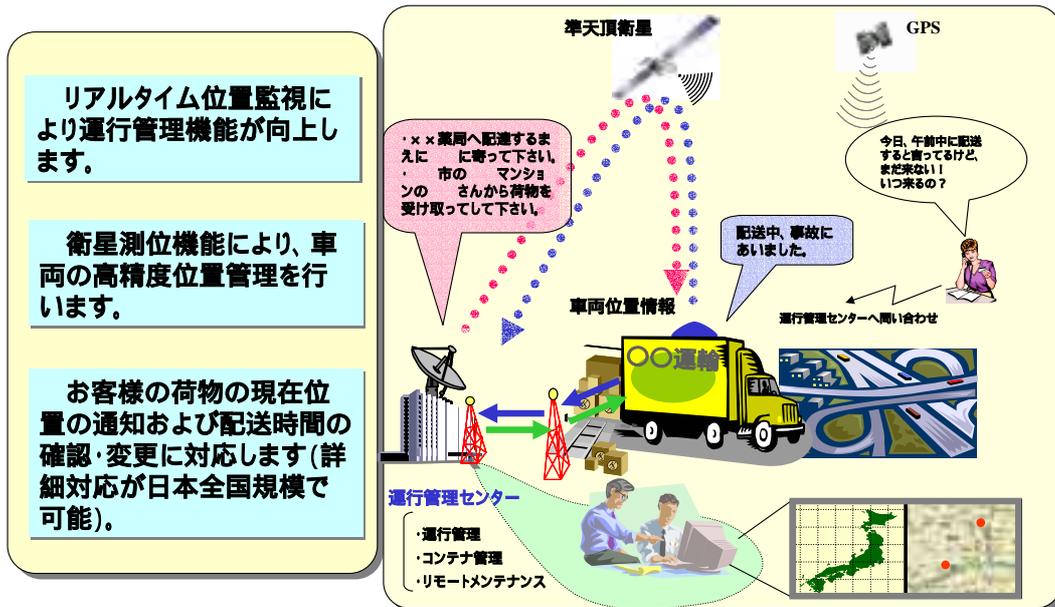


図 10 . 運行管理

4 . 5 緊急医療

平成 13 年の厚生労働省「人口動態統計（確定数）」によると、急性心筋梗塞による死者は約 4 . 5 万人であった。このうち半数が発作後 1 ~ 2 時間以内の死亡と見られる。従って、心筋梗塞発作後 30 分以内に救急医療機関への搬送がスムーズに行われるか、または搬送中に的確な処置が実施されれば、更なる死亡率低下に大きく貢献できる筈である。

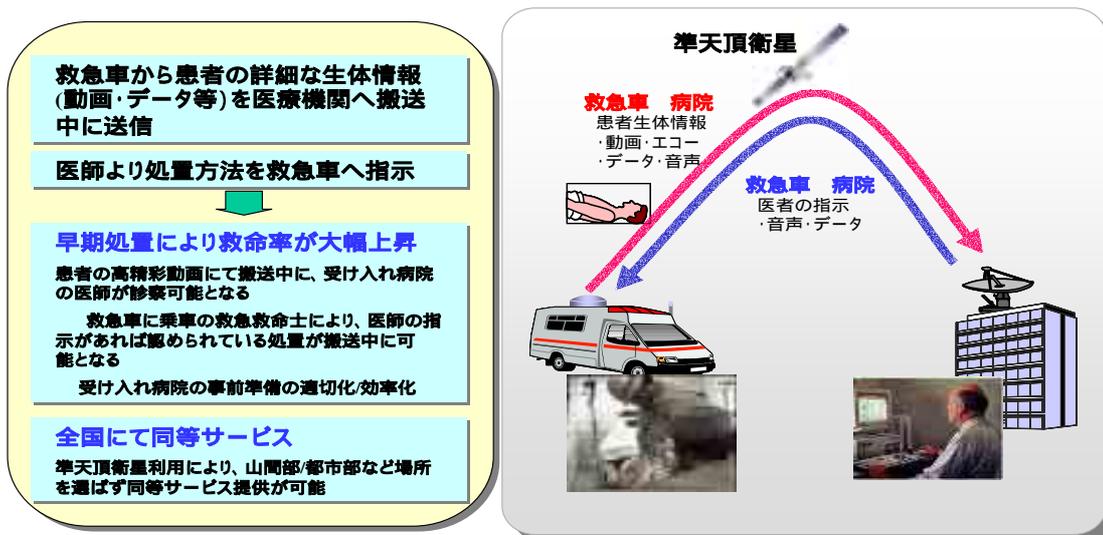


図 11 . 緊急医療

交通渋滞解消という根本課題対策は引き続き確実に実施されなければならないが、まず救急患者搬送中または緊急入院時の的確な処置の実現も必要と考えられる。準天頂衛星システムの「通信」機能は、「高仰角」特性と共に。まさにこのようなニーズに対応できるものである。

即ち、救急患者受入れ先の病院の医師と密な連絡をとりながら、適宜患者の生体データや顔色等の画像を救急車から病院へ伝送し、必要な処置は搬送中にも実施できる環境を整備することにより、救急患者の死亡率低下という社会的な意義に資することができると思う。

4.6 危機管理

平成9年の阪神淡路大震災の6,000人を超える死者のうち約88%は家屋の倒壊による圧死が原因であると伝えられている。ある医療関係者によると、兵庫県全体で6割近くの病院が被害を受けたことにより十分な治療が施される状況ではなかったとのことで、災害医療の機能が保全されていれば、死亡者のうち2~3%は救命できたかもしれないとの話がある。また、初期救助活動の各場面に必要な通信機能が輻輳や停電、施設被害等により喪失したところもあった。即ち、阪神淡路大震災では地上通信インフラの破損が非常に大きかった上に、多くのビル・家屋の倒壊により、救助活動も厳しいものであったといえる。

従って、消火設備の充実等の対策推進は当然として、従来型の防災無線システムによる適切・迅速な避難誘導等の機能が十分に働かない状況において救助活動の確実化を目指すためにも、準天頂衛星システムの「測位」「通信」機能が、「高仰角」特性と共に役立つことができると思う。

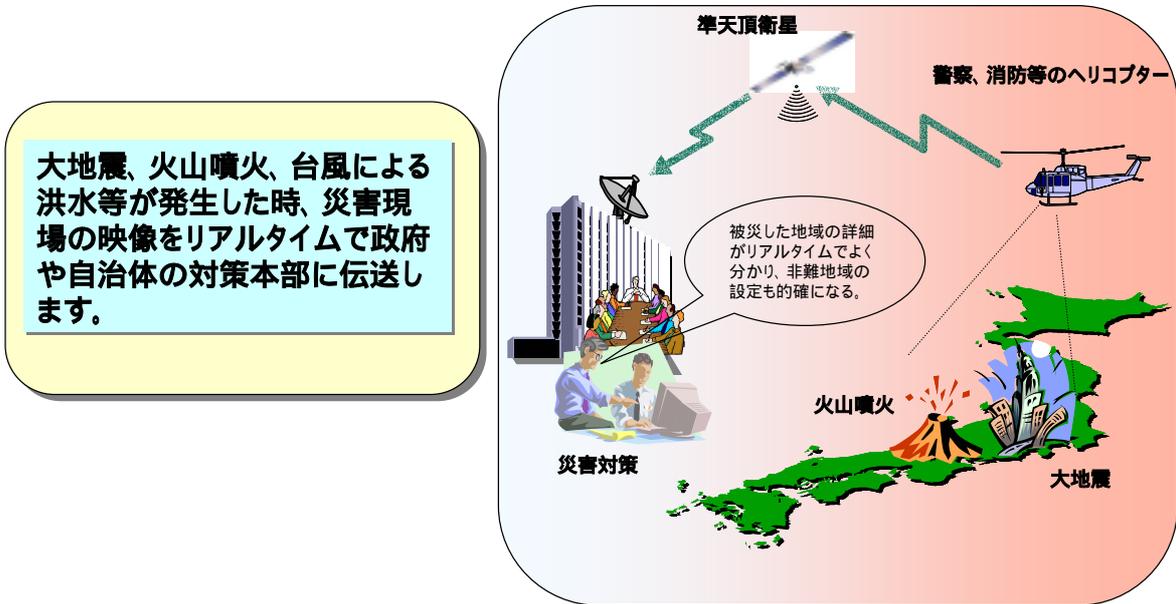


図12. 危機管理

5. 今後の見通し

準天頂衛星システムについては、平成15年度開発予算が国家として認可された。総務省・文部科学省・国土交通省・経済産業省の4省それぞれの研究テーマに対応する具体的作業をNASDA、CRLその他の各機関のご支援を受けながら官民共同で推進する予定である。民間側のAll Japanの受け皿組織設立への

事業企画会社として「新衛星ビジネス株式会社」が平成14年11月1日に発足している。衛星打上げは平成20年度頃を目処としているが、多くのユーザ・サービスプロバイダー・業界のニーズを吸い上げながらより詳細な具体的検討を行っていく。

この論文は2002年11月にソウルにて開催された APSCC 2002 にて発表された内容によるものである。