

NEWSLETTER OF IPNTJ

測位航法学会ニューズレター Vol. XIII No.2 2022年6月27日 IPNTJ



測位航法学会
ニューズレター
第 XIII 卷第 2 号

目次

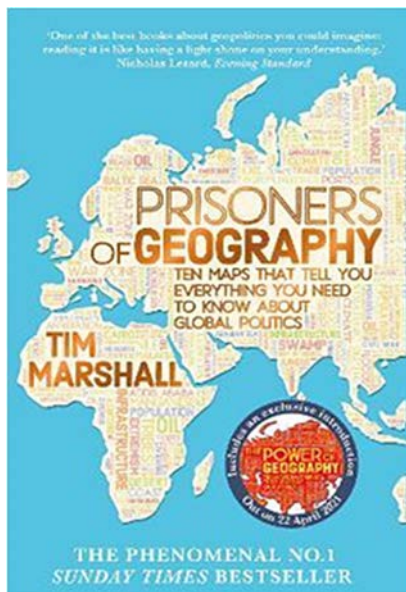
- P.2-3 GNSSがもたらした地震学の革命
加藤照之
- P.4-5 FIRA OPEN DAY参加報告
デターク・ヨハネス
- P.6-7 研究室紹介:名城大学
目黒淳一
- P.8 ION Pacific PNT参加報告
坂井文泰
- P.8-9 構築されてきた国家的支援策の
利用価値を更に上げるために
峰 正弥
- P.10 Prisoners of Geography という本
について
山本 昇
- P.11 イベント・カレンダー・編集後記
- P.12 本文中・図 法人会員



特別法人会員



図 6 スロベニア PEK Automotive 社の大型果樹園や葡萄畑向けの汎用型ロボット、
本文 P.5 FIRA 参加報告より



「恐怖の地政学」原著表紙 本文 P.10



図1 オランダ Pixel Farming Robotics社の Robot One ロボット、野菜畑むけの除草
ロボット・本文P.4 FIRA参加報告より

GNSSがもたらした地震学の革命

大正大学地域構想研究所 加藤照之(本会理事・副会長)



日本列島には国土交通省国土地理院(以下、地理院と略称する)が運用している約1300点からなるGNSS連続観測点網GEONETがあり、日々日本列島の地殻変動を観測している。一国家がこれほどまでに稠密かつ連続的な観測網を運用している国は他にはないのではないだろうか。日本列島が世界でも有数の地震・火山の多発地帯であり、

同時に人口密度が高く経済的にも発展しているため、日本が自然災害の高リスク地域であることから必然の結果といえなくもない。このようなGNSSの連続観測網のデータは地震学に革命的な発展をもたらした。本稿ではGNSSが地震学に顕著な進展をもたらした事例をいくつか挙げてみたい。

GEONETの前身の国家観測網は1994年10月1日に運用が開始された。そのわずか3日後に北海道東方沖でM8.5の地震が発生し、地理院はその数日後に地震による地殻の変動を公表した。それまでの測地測量では地震発生後の三角(三辺)測量や水準測量で何か月もの時間をかけて測量を行ってやっと地震の姿を捉えていたのが、革命的な速さで地震の姿を明らかにすることができたのである。三角(三辺)測量は大雑把にいうと10年に一度程度しか繰り返せない。また地震がいつ発生するかわからないから、地震の直前に震源付近で測量が行われることはほとんどない。従って、地震が起こってすぐに測地測量を行って変動を見いだせたとしても、地震が発生する前後にどう地殻変動が起こっていたのかはよくわからない。それが、30秒毎にデータを取得していたGNSS観測網では、地震前後の30秒(実際には地震前後10回程程度の値の平均値)によって地震時変動を推定することになったのである。時間分解能が10年程度から数分程度、すなわち数桁以上の詳細な地殻変動がわかることになったといっよい。これによって地震前後の地殻変動の様子もはっきりとわかるようになったのである。また、地殻ひずみの推定精度も測地測量の $10^{-5} \sim 10^{-6}$ 程度から $10^{-7} \sim 10^{-8}$ 程度とけた違いに向上した。これによって、地殻の動きが手に取るように詳細にかつ

即時的にわかるようになった。

地震学的な意義として、少し基礎的なことに触れる。地震は学術的には“地下の断層が高速でずれて、その運動によって生じる弾性波が地表に到達したときに地面が揺れる現象”の総体をいう。地下での断層運動自体をも、“地面が震える”という意味の“地震”と呼ぶのは少しおかしいと感じる人もいるであろうが、地震の研究者はこの断層運動を地震といってその発生メカニズムなどを研究しているのである。断層のもっとも簡単な幾何学的モデルは地下に置かれた長方形の面である(図1)。地下の深さ $c(z=-c)$ の断層面の両側がずれることが断層運動で、それによって地表($z=0$ の xy 平面)に変位が生じる。これをGNSSが捉えることになる。1950年代頃からこのような地下の断層運動による地表面の変位の計算手法が開発され、その最終的な数式は1980年代に日本の岡田義光博士によって完成した。これにより、地下に置かれた長方形でずれが生じた場合の地表の3次元的な変位が単純な数式で計算できることになった。一方、もし地表の変位が計測できれば、逆に長方形の断層面の大きさ(長さ \times 幅)及びずれの量が計算できる。これらの積(長さ \times 幅 \times ずれ量)にある定数を掛けることにより地震のモーメントという量が算出される。地震モーメントを、対数を用いて変換することによりマグニチュードが計算される。もちろん、マグニチュードは地震波を用いても計算されるのであるが、このような地表変位からもマグニチュードが算出されるようになったことは地震の姿をより詳しく知ることにつながり、地震学が大きく進展するきっかけとなった。

GEONETの観測は、今では1秒間隔で行われており、全国のデータを自動処理することにより、ほぼ即時にこのような断層運動を知ることができる。地理院が運用しているREGARDと呼ばれるシステムでは断層運動が開始された直後から(すなわち地面が揺れている時から)このような断層運動の推定が行われ、揺れが収まったころにはマグニチュードがわかるようになってきている(例えば、川元他、地理院時報、2016)。マグニチュードや断層の大きさなどがわかるとそこから逆に地面の揺れすなわち被害の推定が可能となるので、地震が起こったすぐ後にどのあたりでどのような揺れがあって被害がどのくらい、という推定ができるようになったのである。このような情報を被災地域の災害対応機関の関係者がリアルタイムで共有できれば、人命救助や被災者支援が迅速に行えるだろう。REGARDについては、すでに地理院から関係機関等への推定結果の提供が行われており、GNSSによるGEONETという国家観測網のおかげで、日本の防災力が格段に向上することになったといえよう。

ところで、断層面の運動は、被害を引き起こすような高速の破壊だけではなく、ゆっくりすべりということがあるということもGNSSによって明らかになってきた。このようなすべりは学術的にも単純に“ゆっくりすべり(Slow slip event:SSE)”とか“ゆっくり地震(Slow earthquake)”などと呼ばれている。この現象がはじめて明らかになったときには、世界中の研究者が驚いたといってもよいであろう。きっかけは、実はGNSSではなく、それより少し前から、ひずみ計などを手掛かりに仮説として提唱はされていたのであるが、確実なものというまでには至っていなかった。これが間違いのないものとして認識されたのは、

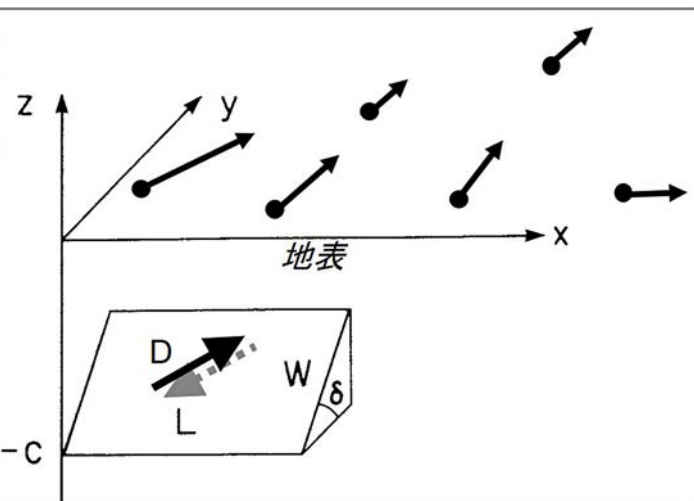


図1 断層モデル。3次元の $z=0$ の $x-y$ 平面を地表とし、地下に斜めに置かれた長さ L 、幅 W の長方形の面で断層をあらわす。断層面のずれ量を D で表す。(Okada, BSSA, 1986を改変)

豊後水道直下で1997年～1998年にかけて発生したSSEである。GEONETが開始されたのが1996年であることに留意しておこう。当時地震研にいた筆者は、同僚のある研究者から九州北部あたりのGEONET観測点の動きが変だ、という指摘を受けた。その時筆者は、観測点の季節的な変動なのではないか？という回答をしたことを思い出す。痛恨の極みである。新しい現象を理解できなかったのである。そのすぐあとに、別の研究者が、この観測点の動きが沈み込むフィリピン海プレートがゆっくりとずれてひずみを解放する運動によるものであることを明らかにした。この後、堰を切ったように太平洋周辺のプレートが沈み込む一帯のほとんどすべての地域でGNSS観測に基づいて、このようなゆっくりすべりが発生していることが明らかになってきた。GEONETはまたしてもこのような断層滑りの新発見に寄与したのである。豊後水道直下のSSEはほぼ1年かけて動いたのであるが、その後西南日本のフィリピン海プレートが沈み込む地帯では1週間程度の短期的なSSEや東海地方の浜名湖付近で発生した数年という長期にわたるSSEが発見されている。沈み込むプレートの境界面では、このようにすべる速さが大変ゆっくりしたものから高速の破壊まで様々なすべり速度を持つことがわかるようになってきた。しかも、これらのすべりは同じ場所で同じ様子を繰り返すらしい、ということも明らかになってきた。もし沈み込むプレートの断層面が場所によって高速ですべる地震を起こす領域とゆっくりすべって地震を起こさない領域に分かれているのであれば、地震(すなわち高速ですべる領域)を発生させる地域を限定することができることになり、これは防災上大変有用な発見となる。現在、この考え方が正しいかどうか、は研究者の間でも活発に研究や議論が進められている。GNSSが登場する前は、断層面は、前兆的なゆっくりすべりがあると仮説はあったものの、止まっているか動いているかの2択であったといつてよい、GNSSの登場後では”地震の姿“が全く異なってしまうのである。

最後に、もう一つGNSSが寄与する最近の大きな話題を紹介しておこう。これまでの話は陸上に設置されたGNSSの稠密観測網の話であったが、海洋に囲まれた日本列島で巨大な地震は主にプレートが沈み込む太平洋沿岸で発生する。海では地殻変動は計測できないであろうか？これに応えたのがGNSS—音響システムによる海底地殻変動観測の方式である。GNSSの電磁波は水中では伝搬しないが、水中では音波が遠方まで到達する。そこで、GNSSと音波を用いて海底の

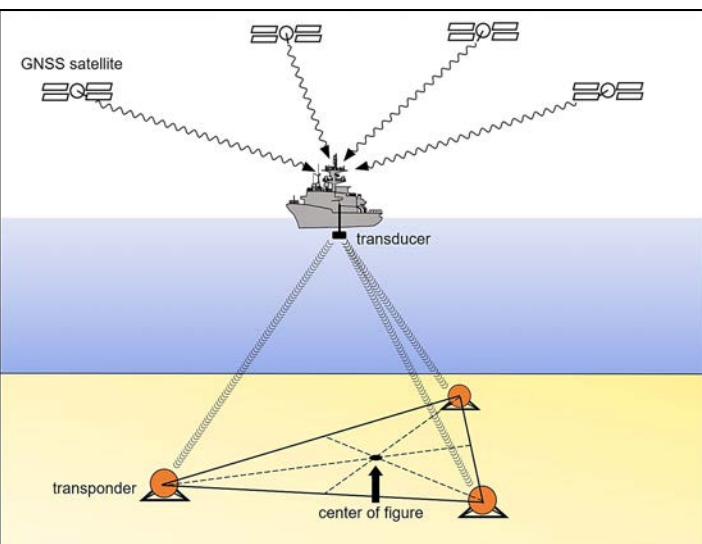


図2 GNSS—音響システム概念図

位置を計測するシステムが考案された(図2)。海底にトランスポンダーと呼ばれる機器(海底局と呼ぶ)を3か所以上設置する。トランスポンダーは音波を受信して送り返す装置である。海上には船舶などがあってその位置はGNSSで決めておき、船に取り付けられたトランスデューサと呼ばれる装置から海底局に音波を送る。帰ってきた音波を受信し、船と海底局の距離を算出する。3か所以上の海底局との距離が計測できると、海底局の位置がわかればそれで構成される多角形の重心位置を求めることができる。海中の音速は塩分濃度や温度によって変化するのでその補正が重要であるが、それがうまくできれば海底位置が数cmの精度で求められるのである。このアイデアは米国の研究者によって1980年代の始めころに提案されたが、日本の研究者によって格段の開発が行われ、2000年を過ぎた頃から日本の太平洋沿岸の沖合に多数の海底地殻変動観測局が設置されることとなった。図3に最近の成果を示す。計測には船舶を用いることから一年に数回程度しか観測できないが、それでも数年の計測でプレート運動に起因する定常的な変位は正確に推定することができる。この観測網は東北地方太平洋沖にも設置されており、2011年東北地方太平洋沖地震の際には30m以上の変位が観測され、地震の断層モデルの正確な推定に大きく寄与した。

GNSSの地震学への応用について最近の顕著な成果を紹介したが、今やGNSSは地震学の発展には欠かせないツールとなっている。GNSSだけでなく、合成開口レーダー(SAR)や長基線電波干渉法(VIBI)、衛星レーザ測距(SLR)などの宇宙測地技術は地球の変動を革命的なまでに高精度で計測することを可能にした。これが人間の安心・安全な社会の構築にどこまで寄与できるのか、大きな期待が寄せられている。

謝辞: 本稿の作成に当たっては国土地理院の宗包浩志氏にコメントをいただいた。ここに謝意を表する。

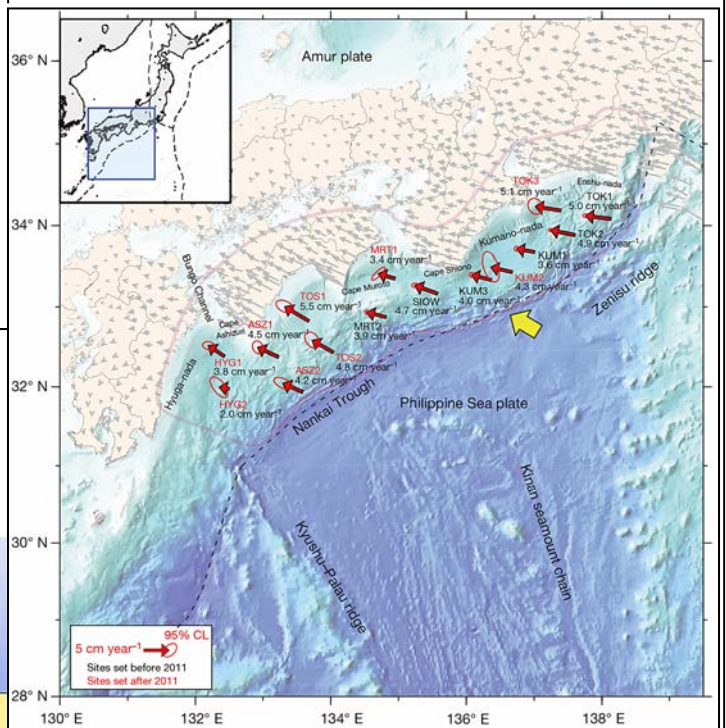


図3 西南日本の太平洋沿岸に設置された海底地殻変動観測網で得られた地殻変動速度。フィリピン海プレートの沈み込みによって陸のGNSSと同じように海底も北西方向に変位していることがわかる。(Yokota et al., *Nature*, 2016)



FIRA(Forum International de la Robotique Agricole)はフランスのNPOで、農業のロボット化により農業のサステナビリティや生産性に貢献することを目的としています。6年前から毎年12月に、南フランスのToulouseで展示会を開催しています。コロナを契機に2020年のイベントがオンラインになり、奇しくもFIRAの影響が一気に広がりました。私は2020年のイベントに初めて参加しました。「普通」のオンライン展示会と平行して、色々な関連テーマ(ぶどう栽培の自動化、ロボットの法規制、投資会社の視点からみた農業ロボット、など)に関するパネルディスカッションもやっています。すべてのプレイヤー(農家、メーカー、農業団体、大学、政府機関、投資会社、法務や規制の専門家)をうまく集めているのがFIRAの凄いところ。このイベントに参加することで、数日で業界のトレンドを掴むことが出来て、大変おすすめです。オンラインイベントですが、すべてのセッションは次の年の6月まで閲覧できるので、自分の都合に合わせて何度でも閲覧できます。

刻一刻と変わる業界で、毎年一回では物足りないということで、今回は1日のイベントも開催しています。パネルディスカッションは2つ、オンラインロボットライブデモ(Sales pitch)は6つとFIRAからのアナウンスがありました。

最初のパネルディスカッションは「Ag Robotics in Oceania」でした。メンバーはNZ/AUSの農業団体の担当者、豪州のロボットベンチャー企業(Swarm Robotics)、NZ/AUS大学のロボティクスの先生、司会は豪州の穀物製造者団体の顧問が務めています。

印象に残ったのは

- 1)NZ/AUSの農業自動化のポテンシャルをアピール。世界中の企業から投資を募るのが目的です。生産者が抱える課題は雑草対策、データに基づいた変動型肥料や農薬とその自動化、農業サイクルに使われるIT技術やロボットのConnectivity。
- 2)大規模農業は大都市から離れた場所で営むため、人手不足が深刻。特に短期間で終わらせる必要のある作業(植え付け)では人手不足を解消するため、農家はさらなる自動化を求めており、技術革新のニーズが高い。
- 3)ロボットと従来の農業の境界線は馬力で決まる。ロボットの大型化は進んできたが現段階では70kWが限界。
- 4)ロボットの耐久性、対候性などには多くの課題が残る。
- 5)生産者-大学及び研究機関-企業はGolden Triangleである。それを上手くつなぐのが農業団体や国の仕事。例として、アスパラガス栽培でのロボット利用を紹介。
- 6)NZの方は農業サイクルのConnectivityの必要性を訴えていた。ロボットが収集するデータ→解析→肥料や農薬散布のベスト分布、収穫の推定量とベストタイミング→次のシーズンへのフィードバック。

次はいくつかのロボットメーカーのフィールドデモがありました。実際の畑で、ロボットを動かしながら、担当者から説明を受けました。以下、ポイントだけ紹介します。

①オランダのPixel Farming Robotics社
(<https://pixelfarmingrobotics.com/>)
スタートアップ企業、主製品:Robot One(図1・表紙写真)、野菜畑向けの除草ロボット、AIによる雑草認識、50Wレーザー及び電動ドリルによる除草

②フランスのMeropy社(<https://meropy.com/>)
スタートアップ企業、主製品:SentiV(図2)、画像による安価なデータ収集ロボット(15kg)、一見、玩具のように見えますが、ドローンよりは運用しやすいかもしれません。



図2:Meropy社のSentiVロボット

③インドのGROBOMAC社(<https://www.grobomac.com/>)
コットンの製造者が自社開発、主製品:コットンの収穫ロボット(図3)、大型フレームに4つのRobotアーム、1.5m先まで収穫可、ステレオビジョンによって、コットンの認識と位置計算
インドは労働力が豊富だが、コットンの収穫作業は短期間に集中しているため、ピーク時にはロボットが必要とのこと。



図3:GROBOMAC社のコットン収穫ロボット



図4:Naio社のOz汎用ロボット

④フランスのNaio Technologies社
スケールアップ企業、主製品:Dino, Oz(図4)、アプリケーション:主に機械的除草、畝作り、今回は小型汎用型ロボット(Oz)(150kg)を紹介、インプリメントを色々装備することで、除草や耕耘や植え付けなどができる。

1～10ヘクタールの野菜や花卉農家向け、バッテリー：5～8時間、グリーンハウス内ライブデモ(セプテントリオ社のAltus NR3利用)、販売価格：約2万€～

私見になりますが完成度が高く、カスタム化が出来れば日本でも普及する。

⑤UK/スペインの合弁会社Earth Rover社
(www.earthrover.farm)

スタートアップ企業、主製品(開発中)：CLAWS(Collimated Light Automatic Weeding System)(図5)、レーザーではなく、集束光を利用して除草(特許申請中)、メリットは安全性、信頼性とコスト、メカ的除草に比較して低CO2排出、野菜への低ダメージ

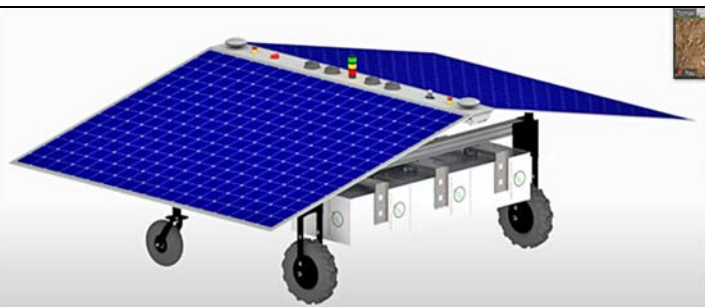


図 5:Earth Rover社のCLAWSロボット

私見になりますが初期投資や共同開発に興味があれば有望な会社です

⑥スロベニアのPEK Automotive社(<https://pekauto.com/>)
スケールアップ企業、主製品：Slopehelper(大型果樹園や葡萄畑向けの汎用型ロボット)(図6・表紙写真)、インプラメントを変えることで草刈り機、耕耘機、農薬散布機に変装、バッテリー：8～14時間、電動プラットフォームのみの提供も可能、リンゴ収穫ロボットも開発中

⑦デンマークのAgrointelli社
(<https://www.agrointelli.com/>)

スケールアップ企業、主製品：Robotti、アプリケーション：植え付け、除草、肥料や農薬散布、クボタ製の小型ディーゼルエンジンを利用、1時間1.5ヘクターをカバーできる。私見になりますが豊富な経験があり、日本にパートナーさえいれば、チャンスあり。

2番目のパネルディスカッションは「Technological challenges faced today by robot manufacturers」でした。

メインピックスとしてはウクライナ情勢と半導体不足の農業や農業ロボットへの影響でした。パネリストはAXEMA(フランスの農業団体)、Wiferion(無線充電スタートアップ)、AgrointelliとNaio Technologies(農業ロボットメーカー)、VARTA(バッテリーメーカー)とHexagon(GNSS)の方々です。

議論は多岐にわたりましたが、印象に残ったのは：

●農業ロボットメーカーは中小企業が多く、半導体の使用量は少ないため、交渉時の立場が弱い

●半導体不足をきっかけに、不要もしくは付加価値の少ない機能を徹底的に省いた

●バッテリーのセル不足は電機自動車の勢いからの影響の方が大きい。

●2023年後半の部品発注はすでに行っている

現在の状況はあと2～3年続く

●ウクライナの情勢を受けて、安定した食料供給が重大な

テーマとなっている。その影響でローカルな食糧生産への関心が高まり、スマート農業の追い風にもなる

●高インフレ(人件費)もさらなる自動化のモチベーションとなっている。

●コロナ前はPoCから製品まで1～2年だったが、半導体不足の影響で1年延びている

●設計と平行して部品調達をすることで開発サイクルの短縮を図る

●ウクライナ情勢やCOVIDは1～2年で解決されるが、気候変動や食料安全は長期的な課題。そのため、スマート農業は伸び続ける分野である

●スマート農業のキーワードは「効率」。肥料、水、労働力、エネルギーをどう最大限に生かすかがカギ

●スマート農業は農家に向かってだけではない。SDGsのイネーブラーでもある。食料トレーサビリティ、CO2使用量、硝酸塩汚染、農薬残留など、膨大なデータを収集できるようになった。このデータを社会に広くアピールして、農業のあり方に反映すべき。ただし、データ量があまりにも膨大で(例：スポット農薬散布は1ha当たり250GBのデータが生成)、ユーザーに意味のあるデータに変換(圧縮、まとめ)が必要

●スマート農業は徐々に裾野を広げている。以前は技術に興味がある農家がメインだった。いまは、「楽になる」、「お金になる」ために購入する農家が増えている

●データの規格化も重要になってくる

最後にFIRA自身から今後のイベントの紹介がありました。

◆2022年10月18-20日：FIRA は初めてUSAで開催されます：オンラインのライブデモと展示会。

◆2022年11月6-10日：SIMA(フランス)：生産性向上と維持可能な農業の展示会

◆2022年11月9-13日：EIMA(イタリア)：農業と園芸の展示会

◆2022年11月29日-12月2日：AGROMEK(デンマーク)：農業全般(北欧最大)

◆2023年2月7-9日：FIRA本イベント(フランス)：第7回。オンサイトのみですが、コンテンツは後日FIRA Connectにアップされます。

◆2023年11月12-18日：AGRITECHNICA(ドイツ)：農機全般

なお、オンラインネットワーキングのためにFIRA CONNECTという仕組みの紹介もありました。登録は必要ですが、無料です。スマート農業にご興味のある方は是非ご登録ください。

<https://www.fira-agtech.com/event/fira>

GNSS サマースクールオンライン開催のご案内

日時：2022年8月29日(月)～9月1日(木)

12時～19時(JST)

使用言語：英語

登録締め切り：7月31日

参加費：無料(会員限定)

基本的な講義内容は今年の3月のものに準じます。

Class-A：Fundamentals、Class-B：Software

Class-C：Receiver、Class-D：SDR Practice

欧州からの特別講演3件 その他準備中

詳細は以下からご覧願います。

<https://www.gnss-pnt.org/gnss-international-school/>

研究室紹介:名城大学機械情報システム研究室

名城大学理工学部メカトロニクス工学科准教授 目黒淳一（正会員）

研究室の概要

当研究室は2017年に名城大学理工学部メカトロニクス工学科に目黒が赴任してから立ち上げられた研究室で、設立6年目となります。2022年度は教員1名(目黒)、常勤研究員2名、修士2年生6名、修士1年生8名、学部4年生8名の総勢25名の研究室となります。学生はメカトロニクス工学科に所属しておりますので、ソフトウェアだけでなく、機械設計、電気設計を学部3年生までに基礎的なところを学び、世の中に無いものは作るという気概も持つ心強い学生と一緒に研究活動をしているのが、強みだと思っています。

名城大学の紹介

名城大学は愛知県名古屋市天白区に本部がある総合大学で、1万5千人程の学生がいます。名古屋高等理工科講習所を起源としていることもあり、理工学部(2022年度から情報工学科も設立)の学生の割合が高いということも、大学の特徴となります。また、近年では赤崎先生、吉野先生のノーベル賞受賞や、女子駅伝が非常に強いということでも注目を浴びています。加えて、天白キャンパスがある塩釜口は名古屋駅から地下鉄で20分程の距離にあり、大学の周りは名古屋屈指のラーメン激戦区としても有名です。近隣は名古屋大学、南山大学と合わせた文教地区でもあるので、学生向けの大盛のお店も多く、観光地として有名な喫茶マウンテン



(大盛と奇抜なメニューで有名)もあります。ご興味があるかたは、名城大学にお越しの際には登頂(喫茶マウンテンで完食をすることの俗称。入店は登山とも言う)にもチャレンジしてみてください。

研究テーマの概要

当研究室の研究テーマは位置推定、地図構築を中心としたテーマを取り扱っています。測位航法学会でもメインで取り扱っているGNSSを中心として、IMU(Inertial Measurement Unit)、カメラ、LiDAR(Light Detection And Ranging)を複合した位置推定と、それを応用したMMS(Mobile Mapping System)、SLAM(Simultaneous Localization and Mapping)を中心とした地図構築/評価技術の研究を行っています。また、移動体(自動車、ロボット、ドローン、トラクター等)を利用した位置推定/地図構築の際の研究課題を中心に取り扱っていることも特徴となります。さらに近年では、ロボットとVRを複合することで、人間の感覚を評価する研究も実施をしています。詳細は研究室ホームページ(<https://www2.meijo-u.ac.jp/~meguro/>)を参照ください。

GNSS/IMUに関する研究

研究室では自動運転に資するGNSS/IMUを低コストで実現することを目指して、様々な研究テーマを設定して研究を行っています。測位航法学会に所属の方々には既にご存じのように、近年RTKが可能な受信機の低価格化が進んでいます。そのため低コストで、かつ自動運転に資するGNSS/IMUの実現にも、もうすぐ手が届くところまで来ているように思

GNSS/IMU Open Data Set for Autonomous Driving

Download Here 11[GB][[link](#)]

System Description



Dataset Description

Data No.1

Date 2019/11/02

	GPS Week	GPS TOW(s)
Start	2077	545460
End	2077	548370

Environment: Odaiba/Tokyo Urban environment



内閣府/NEDO 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP) 第2期「自動運転(システムとサービスの拡張)」で実施しているGNSS/IMU開発用のデータセット公開と、データ収集車両。データは https://github.com/MeijoMeguroLab/open_data で公開中

えます。ただ、その実現の壁となっているのは、やはり本当に推定した位置を信頼していいのか？ということになります。そこで最近の研究テーマでは、GNSS/IMUの信頼性検証や、移動体で使用するIMUの性能評価手法、GNSSの測位誤差推定といったことを中心に行っています。

外界センシングを利用した位置推定に関する研究

自動車やロボットの自動運転の位置推定には、残念ながらGNSS/IMUよりも、LiDARを中心としたLocalization(地図を利用した位置推定)による位置推定が用いられています。(もちろんGNSSが有効な場所も多く、LocalizationとGNSSの併用/融合が求められています。実はその併用/融合にも、各種のノウハウ/問題を抱えているため、単純ではありません。)このLocalizationにおいても、実際の自動運転の運用の際に重要になるのは、それぞれの位置推定結果の信頼性や誤差状態

の推定となります。特に事前に作成した地図を利用したLocalizationは、地図にある特徴量の状態/品質に位置推定性能が依存するため、地図の品質評価から、Localization手法に応じた位置推定結果の信頼性/誤差推定手法の検討を実施しています。



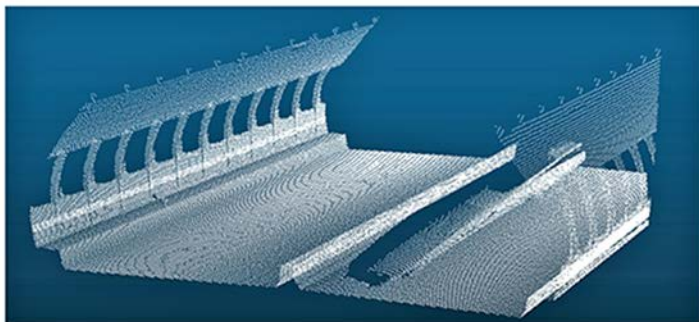
開発したGNSS/IMUのアルゴリズムはEagleyeという名称でオープンソース化をしている。公開先は <https://github.com/MapIV/eagleye>

build passing

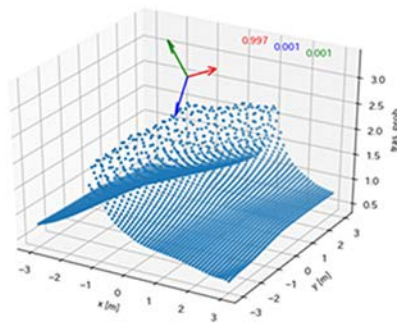
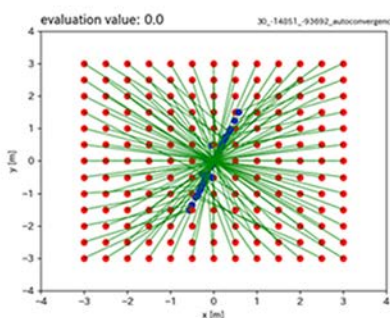
Demo Video



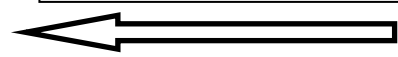
農業機器に適用した場合の検証の様子。この時には、学生の実家近くのトラクターを貸して頂いて試験を実施



研究で使用している電動車いす (WHILL)。自律移動も可能であるため、様々な用途のプラットフォームとして活用



LiDARを利用した位置推定の信頼性評価手法の検討例



ION(Institute of Navigation: 米国航法学会)のPacific PNT Meetingは隔年の4～5月頃に米国ハワイで開催されてきましたが、2021年は新型コロナウイルスのパンデミックの影響で今年に延期されていました。残念ながら今年も現地開催は不可となり、本会合は2024年に延期されています。



その代わりに、今年 Pacific PNT Virtualとして参加無料のオンラインセッションが企画・実行されました。4月12～14日(日本時間)の3日間で、開催されたセッションは次の通りです。

- (1) BeiDou: Co-chairs: Dr. Ruizhi Chen, Wuhan University and Dr. Xingqun Zhan, Shanghai Jiaotong University
 - (2) QZSS: Co-chairs: Dr. Takeyasu Sakai, National Institute of Maritime, Port and Aviation Technology, and Dr. Nobuaki Kubo, Tokyo University of Marine Science and Technology
 - (3) COSMIC/FORMOSAT: Co-chairs: Dr. Loren Chang, National Central University and Dr. Jude Salinas, National Central University
- セッション「QZSS」では、4件の講演をいただきました。内容

は割愛しますが、QZSSも運用開始から3年半が経過し、経験にもとづく話題が多く提供されたのは喜ばしいことでした。

1. Current and Future Status of QZSS: Satoshi Kogure, Japan Aerospace Exploration Agency
2. More than 3 Years of Operation Experience for the First Satellite-based Open PPP-RTK Correction Service: Dr. Rui Hirokawa, Mitsubishi Electric Corporation
3. Static and Kinematic Test Results using PPP/CLAS/SLAS Correction Service through QZSS: Nobuaki Kubo, Tokyo University of Marine Science and Technology
4. Application Status in Japan of the QZSS Originated Technologies: Dr. Izumi Mikami, Japan Space Systems, Mr. Hisao Sone, Japan Space Systems, Mr. Masayuki Saito, Japan Space Systems

Pacific PNT Virtualに参加いただいたみなさま、ありがとうございました。次回Pacific PNTは、2024年4月15～18日に米国ハワイで予定されています。ぜひ多数の参加をお願いいたします！

注記:ION会員は以下より、録画の視聴が可能です。

<https://www.ion.org/pnt/program.cfm>

2020年6月27日現在

構築されてきた国家的支援策の利用価値を更に上げるために

～地理空間情報としての整理とそれを利用者目線で利用できること～

峰 正弥（測位航法学会理事・副会長）

人間の寿命が延び、それに伴った様々な国家的支援策が検討され実行に移されている。高齢者である私自身、老老介護しかり・感謝する毎日ではあったが、気になるところがあったので、少し触れてみたい。

出だしは、測位航法学会に関係するようなものなの？・・ではあるが、地理空間情報の利用に繋がって来るので、是非、最後までお付き合い頂きたい。

(1) 国家支援の仕組みって、何でこんなに時間が掛かるの？or面倒なの？(図1参照・裏表紙)

◆年金、健康保険、介護保険の支援を止めるための届出

先日、母が他界したので、母が生活する上で利用していた国からの様々な支援を止めるため、区役所に行く機会があった・・年金、健康保険、介護保険の支援停止が目的である。この申請には、各申請書に戸籍関連資料を添付する必要がある。そのため、まず、区役所の戸籍関連の窓口に行き共通的に必要となる書類を発行してもらい、次に、年金、健康保険、介護保険のそれぞれの窓口に向かった。窓口は、全て同じフロアに並んであるのだが、各書類の受付は窓口毎に管理され、番号を都度発行して貰い、その受付番号に従って処理して貰うのである。「どうしてこんな面倒なことをやる必要があるの？戸籍関連資料も区役所内でデータ管理されているし、支援停止に必要な書類というのも区役所内で把握出来るのでは」と職員に尋ねると「個人情報保護法により、



各情報は個別に管理する必要がある。区役所内ではこれを徹底している。」とのこと・・・。個人情報保護法とは、「こういう意味の法案だったのか？」と再認識した次第である。尚、4つの窓口毎の作業を終え、「必要な届出等はこれで終わりですね？」と確認して帰宅したのだが、その後も何回か区役所に行かねばならなかった。つまるところ、他界した後に必要となる区役所関連の届出について、全体を把握しているところがどこにも無かったのである。

◆救急車搬送、医療と介護

他界する3か月前のことだが、母は90歳代となってから“大腿骨骨折”をしてしまった。まず、救急車で病院に搬送してもらい、手術、その後の治療という流れで1番目の病院に2週間程滞在した。続いて、第2の病院に移り、リハビリを含む治療という内容で、約1か月をこの病院で過ごした。その後、介護老人保健施設の方に移り、リハビリ中心の日々を送っていたが、ここで最期を迎えた。

この3か月の中でも、病院、施設に入る前に受けた説明も含めて、疑問に思うところが結構あった。例えば、救急車搬送の時。コロナ禍ゆえ止むを得ないところもあるのだろうが、既定のワクチン接種は済んでいても運ばれ先がなかなか決まらず、かなりの時間が掛かっていた。搬送先の病院は、救急車乗車後、隊員と病院との間で患者の容態等を音声で連絡しながら決定して行くのだが、1回のコンタクトだけで決まることは稀であり、5件、6件とコンタクトすることが多く、1時間以上かかってしまうことは珍しいことではないらしい。

また、その後の病院、介護施設の利用でも、いろいろ考えさせられるところがあった。と言うのは・・・病院は「医療行為」

をすところであり、医療保険適用の範囲で動き、また、介護施設は「介護行為」をすところであり、介護保険適用の範囲で動くという括りがある。従って、対象者が介護施設で具合が悪くなったとしても、「医療行為」そのものを施設の中で実施することは出来ない。例えば医者資格がある先生が施設に居たとしても医療保険は使えないので、病院に搬送して処置をすところらしい。この制約は、特に高齢者の場合、対象者の短時間で体の改善がmustであるにもかかわらず、「医療行為」or「介護行為」からの括りにより、対象者をそれが出来る場所に搬送することから動かねばならないということ・・・本末転倒のように思える。

(2)では、どうしてこのような状況となっているのだろうか？

国家的支援策の構築時に限ることではないが、何かを実現させるためには、人、物、金、全てを必要とする。このため、支援策構築の全てが同時進行して出来上がるという訳ではなく、その緊急度と実行の目途が立ったところから動いて行く。このため、どうしても付けたし付けたしの改善策型で構築され、常に「棲み分け」的な範囲の明確化(それが定義されているor動く領域の明確化)をされながら進んで行く。

国家的支援である「健康保険」「介護保険」を利用する「医療行為」「介護行為」の場合、例えば、「大腿骨骨折」をした時の流れでこれを見ていくと・・・最初の「骨折をしたのでそれを治したい」という行為、「手術&治療」は「医療行為」に相当する。その後、「歩けるようになるor生活できるようになる」には、それに向けてのトレーニングを計画し、対象者の補助しながらトレーニングを実施することが必要であり、これは「介護行為」に相当する。この骨折⇒治療⇒元の生活に戻すという流れは、順調にいけば「医療行為」⇒「介護行為」と付けたし型で進められ、これらの国家的支援もこの流れで順調に進んで行く。

ところが、特に高齢者となれば、リハビリ中に転んで再び骨折してしまうかもしれないし、もともと持っている疾患により、異なる病気を併発してしまうかも知れない。そうすると、そこには、「介護行為をやりながら医療行為も必要」となる複合型のような場合や「動けなくなったのは分かるが、何処に原因の根本があるのかは直ぐには分らない。兎に角、何かが悪い」というような複雑型の場合も出て来る。この場合、最初にあるのは、「対象者の具合が悪い」であり、それを治すために総合的な解明をしながら、「医療行為」or「介護行為」をやっていく必要がある。各々の支援策は、個々に生まれ、それを発展させる形で改善されてきたが、これらを利用する場合、それらを総合的に見て判断を下す、即ち「医療行為」「介護行為」の各々の専門性を上手く複合させながらシステムの最適解を導いていくということが求められる。然しながら、それが出来るようなシステム造りが進んで行っていない。

(3)では、どうすればよいのか

◆「年金」「健康保険」「介護保険」のような国の支援利用時の改善

最初のケース「国の支援を中止する届出」では、「支援を受けるときから、対象者が国の支援策全体を把握しているスペシャリスト(人である必要はない。AI等が得意分野)と対話形式で支援の選定ができ、かつ、全体像が、対象者と供給する国との間で共有出来ている。支援の追加&中止もこの関係の中で進められる」・・・であれば解決出来そうである。肝は、常に、国と対象者との間で支援内容全体を系統的に把握し、それを共有しているということである。尚、一気に国の支援全体までとならなくても、「年金」「健康保険」「介護保険」の3つだけでも、このような体系的な対応が出来ていれば、これから更に進む少子高齢化社会において、無駄も少なくなり支援も改善されるように思う。

上述した全体を把握しているスペシャリストは、個々の支援策を十分に理解し、全体像の中でそれらを利用した最適化が出来るシステムエンジニアであるから、「医療と介護が混在する複雑な問題」でも、「歳を重ねた対象者の様々な判断を「医療行為」「介護行為」と分けることなく、医療的判断をして治療し、必要に応じて介護をすところという流れを選択するようになるだろう。即ち、「医療保険」「介護保険」を別々に取り扱うのではなくひとつのものとして取り扱うor必要あれば合体」というようになって行くであろうし、そうなれば、対象者firstで物事は動きそうである。

ここで振り返ってみると、「年金」「健康保険」「介護保険」は、誰が何処でどのように利用したのか・・・という記録は、総合的に管理されているのかは別として、個々に存在しているはず、逆にそれが出来るから利用出来ている。しかし、このデータの蓄積は、支援側の発生コストの把握ということだけに使われているというのが現実なのではないだろうか？

この地理空間情報であるデータ・利用者目線で見て行けば、もっと良い利用方法が見つかりそうだし無駄の削減にも繋がりそうである。

◆救急車搬送時の改善

「救急車の搬送時間の改善」では、対象者の病歴が直ぐアクセスでき、また、近接の病院の状況(空きベッド数、入院患者、医師の状況等々)の状況、対象者の現状様態も画像的に分かり、かつ病院の選定も複数同時に実行するようになれば、全てが早く動けそうである。病院搬送時の対象者の病状もリアルタイムで把握できるのであれば、その後の病院処置もスムーズになる。昨今のICT技術をみれば、高速通信も可能であり、AI等の利用も可能と思われ、これらの得意分野の結晶として構築出来そうである。既に、どのレベルまでなのかは別として、実証実験はやっているところもあるようなので、近未来での実現が可能なのかもしれない。

これについても、地理空間情報としての総合データ管理と全体最適化と動いて行かないところが問題なのだと思う。

(4)今後に見える社会、見えねばならない社会

多くの高齢者が上記のような場面に直面している。日本は、随分昔から少子高齢化社会であると騒がれ、この分野で進んでいなければならないところなのだが、現状は、あまりにも情けないように思われる。個々の国家的支援は、「年金」「健康保険」「介護保険」等々高度のレベルにあると思うが、それをどのように上手く利用するのかor人間と言う複雑な有機システムにどのように適用して行くのか・・・というところで、体系的な捉え方が出来ず、上手く動かせていないのだと感じる。この医療と介護の問題は、測位航法学会のシンポジウムのパネルディスカッションで少し前に取り上げたことがあったが、今回、自らの体験として再認識した次第である。

ところで、この全体システムとしてのデータ取得・蓄積をしてそのデータを系統的に上手く利用するということ・・・ハードルが高いものなのだろうか？

昨今、グーグル、メタ等の世界的優良企業が、個人データを総合的・継続的に取得しそれを上手く利用して商売をしているという記事をよく見かける。このデータは、(P.11に続く⇒)

Prisoners of Geographyという本について

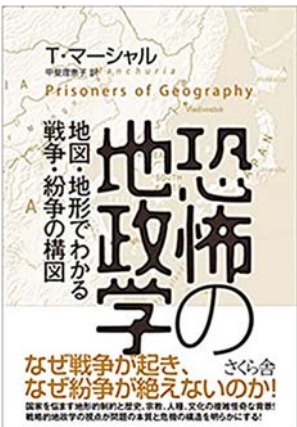
オリエンタルコンサルティング 山本 昇（正会員）



今年1月、所用でイギリスに行き、帰国の途中、ヒースロー空港の書店で、この本がベストセラーとして平積みしてあった。副題は、Ten maps that tell you everything you need to know about global politics（グローバル政治について知っておくべきことをすべて教えてくれる10の地図）となっている。（表紙参照）丁度、Sapiens: A Brief History of Humankind（サピエンス全史）をオーディオブックで読んだ直後だったので、今度は、サピエンスの空間の広がりについて知るのも良いかと思って買った。しかし、帰国後しばらく、そのままにしていた。2月になり、ウクライナ問題が、急にマスコミで取り上げられるようになったので、この本を思い出し、オーディオブックで読み始めると、なんと、ロシアとウクライナの問題が、最初に出ていた。つまり、この本は、今年1月の時点で、戦争を予測するかのように、書店で売られていたということだ。さらに、出版の時期をみると、2015年とある。つまり、この本は、7年前に書かれているが、読んでみると、今書かれているかのような錯覚に陥る。

ところで、この本の主題であるGeographyであるが、「地理」というと、ピッタリしない。地図や地球儀に、「地勢」と「行政」の区分があるうちの、まず、「地勢」地図を思い浮かべるとしっくりする。つまり、山や川や海とその高さ、深さ、相互関係のことである。その上に、国境などの「行政」のための境界を重ね合わせる。そこで、この本を読み進めると、「地勢」の地図と「行政」のための境界は、日本人の得意とする「本音」と「建前」の区別を示しているように感じる。つまり、「地勢」は、おのおのの民族の「本音」の歴史や政治・経済とかかわっている。一方、国境などの「行政」上の境界は、「建前」であり、その制限が加わることで、本来の民族間の問題がより複雑になっていることが分かる。また、この本では、国家間の利害調整や紛争解決の方式として、「本音」と「建前」が使い分けられていることが、随所に紹介されている。

ちなみに、この本の日本語版は、『恐怖の地政学—地図と地形でわかる戦争・紛争の構図』として、おどろおどろしいタイトルになっている。しかし、この本には、世界の文明論が含まれているので、むしろ、『ホモサピエンス 地勢と国境の囚人たち』とでも訳すのが良いのではないかと思う。日本では、サラリーマンが、自分たちのことを、揶揄あるいは自嘲を込めて「社畜」ということがあるが、その意味は、会社によ



和訳版の表紙

て生活が守られる一方、自由を束縛されているということのようだ。それと同様、世界に広がったホモサピエンスは、それぞれの地勢や気候などに応じて、生存や繁栄を続ける一方、地勢の制約と脅威を甘受していることを、この本は教えてくれている。また、イギリス人特有のユーモアと時折のひそひそ声や有名政治家の声色などを真似た部分も含まれているので、可能な限り、抑揚のきいた英語のオーディオブックで聞くと、楽しみながら世界の全貌がつかめるだろう。

この本の筆者のTim Marshall氏は、BBCやSky Newsで、外交問題の編集長をつとめ、1990年代以降、四半世紀にわたり、30をこえる国から、世界の主要な国際紛争の現地報道に携わってきた。読者は一応、イギリスの人々とされているが、筆者の忖度のない「本音」は、自由な思考の人々すべてを対象にしているところが、この本の特徴である。また、この本の章立てについて、原文では、地球を10の地域に分け、筆者の考える問題の深刻度に応じて、第1 ロシア、第2 中国、第3 アメリカ、と続き、第8 コリアと日本、などとなっているが、日本語版では、日本の読者を意識してか、第1 中国、第2 ロシア、第3 日本と朝鮮半島などとなっている。ただ、実際には、筆者の予想どおり、ウクライナをめぐるロシアの問題が、最初に火を噴いたということだ。

筆者は、今日までの「地勢」の脅威を幾つも紹介しているが、一例として、1962年のキューバ危機がある。公式には、ソ連によるキューバへの核持ち込みの際、当時のアメリカ大統領ケネディーによるキューバの海上封鎖という強硬姿勢が、ソ連の妥協を引き出したとされている。しかし、実際には、アメリカとソ連が、秘密裡に、丁々発止の重大交渉を進行させていた。また、「行政」上の境界のもたらす問題の例としては、韓国と北朝鮮を分けている38度線が、第二次大戦末期に、この地域の歴史や地理に疎い若手将校によって引かれた。そして、誰も、それを問題にしなかったことが紹介されている。民族の「本音」を無視した「建前」が独り歩きし、今日に至るまで、問題を複雑にしているのである。

ともあれ、人類が、今後、80億人から100億人になり、地球環境の破壊が、持続可能の限界を超えつつあるなかで、地球上の紛争は、どこであろうと、他の地域に甚大な影響を与えるので、だれも無関心ではいられなくなってきた。一方、ヨーロッパの台頭に始まり、パックス・ブリタニカ、パックス・アメリカーナに移っていった歴史的経緯や、また、アフリカの発展が、これまで遅れてきた理由、中東の国々の諸問題、さらに、中国の近年における急速な台頭の根源的な理由と将来の動向についても気になるところである。この本は、そうした問題について、地勢的な視点から、余すことなく答えてくれている。時間と空間の制覇に関心をもつ人々に、Sapiens: A Brief History of Humankindとならんで、Prisoners of Geographyをお読みになることを、是非お勧めしたい。

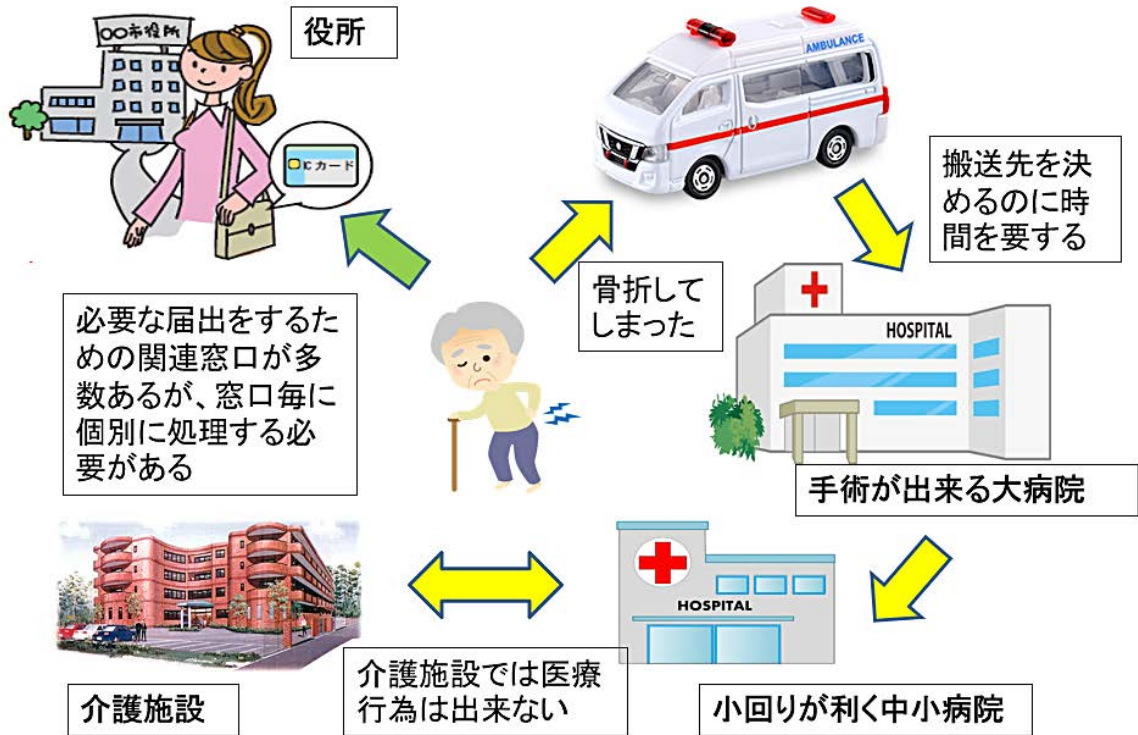


図1 高齢者が体験する役所、病院、介護施設での不便 本文P.8～

三菱電機ソフトウェア株式会社

小峰無線電機株式会社
KOMINE MUSEN DENKI CO.,LTD.

日本電気株式会社

septentrio

セイコーエプソン株式会社

ENABLER

OKI Open up your dreams

MARUWA

SYNTONY GNSS

NECソリューションイノベータ

EU-Japan Centre for Industrial Cooperation

NS Solutions

国際航業

構造計画研究所
KOZO KEIKAKU ENGINEERING Inc.

日欧産業協力センター

株式会社FC

株式会社FC

Leica Geosystems

VIOS SYSTEM

spacesystems

NISSEI

- when it has to be right

ヤンマーホールディングス(株)

FURUNO

JRC

HITACHI Inspire the Next

AmT

Hitz Hitachi Zosen 日立造船株式会社

CORE CORE GROUP

GPSdata GPSデータサービス株式会社

JRANSA 一般財団法人 航空保安無線システム協会

MarGPS 特定非営利活動法人 海上GPS利用推進機構

WING over the World AISAN TECHNOLOGY

MITSUBISHI ELECTRIC Changes for the Better

JENOBAN ネットワーク型GNSSデータ配信サービス 株式会社ジェノバ

KOMATSU

ALPSALPINE

JSAT スカパーJSAT株式会社 宇宙・衛星事業本部

GEOSUR

KODEN Koden Electronics Co., Ltd.

IPNTJ