

# SPACE JAPAN INTERVIEW

## 昭和の宇宙に咲くCS「さくら」の開発から学んだこと

—早期地震検知システムにおける衛星通信の役割—

磯 彰夫

Space Japan Review誌:CS「さくら」を用いる国鉄(現在のJR)業務用衛星通信システム実験が、昭和55年から昭和56年にかけて、国鉄の鉄道技術研究所(現在の公益財団法人鉄道総合技術研究所)構内国鉄可搬局と、電波研究所(現在のNICT)鹿島局及び小金井局との間で行われました(CS実験総合報告書、昭和58年3月、宇宙通信連絡会開発実験部会参照)。地上通信の不感地域や地上通信バックアップのため、地震を常時監視・検出し、地震警報情報をリアルタイムで伝送する衛星通信システム例を前回紹介いただきました(Space Japan Review 4 & 5 No.79, April/May2012 <http://satcom.jp/79/index.html>参照)。2011. 3. 11地震・津波災害時における東北新幹線の早期地震検知システムについて説明してください。

磯氏: 地震発生時に、阪神大震災後の1998年に導入した「新幹線早期地震検知システムが作動し、大きな揺れが来る12~15秒前に、宮城県石巻市金華山にある地震計が初期微動を検知し、東北新幹線で営業運転中の27本すべての列車を減速させ、停止させた」と報じられています

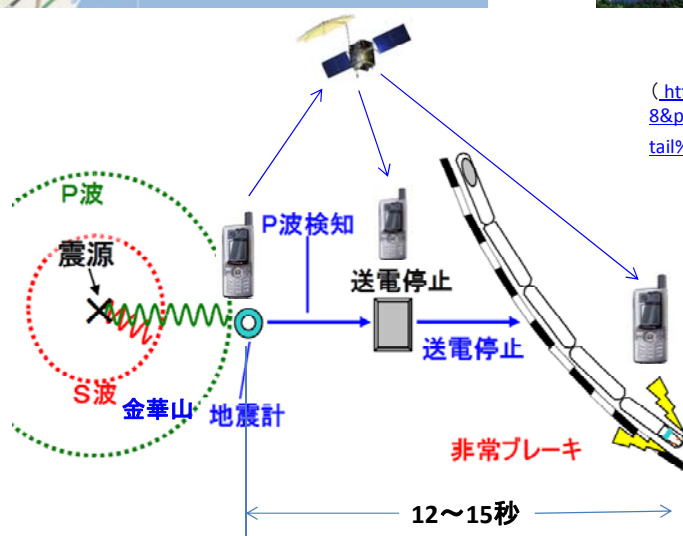
(<http://business.nikkeibp.co.jp/article/report/20120614/233336/?P=1>)。

新幹線早期地震検知システム概念を図1に示します(<http://www.catuhweb.com/kinnkazann/> <http://business.nikkeibp.co.jp/article/report/20120614/233336/?P=2>, [http://www.sdr.co.jp/img\\_what\\_sdr/](http://www.sdr.co.jp/img_what_sdr/))



石巻市金華山

(<http://image.search.yahoo.co.jp/search?rkf=2&ei=UTF-8&p=%E9%87%91%E8%8F%AF%E5%B1%B1#mode%3Ddetail%26index%3D682%26st%3D26130>を参考に作成)



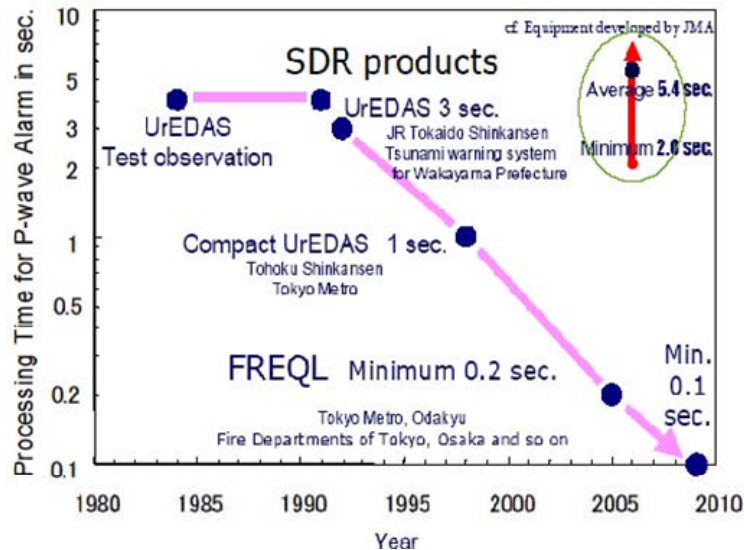
- ・新幹線では沿線や海岸に地震計を97カ所設置している。主要動より先に来る初期微動を地震計が検知すると、架線への送電を自動的に停止する。送電が停止されると列車に自動的に非常ブレーキがかかる
- ・最高速度である300キロメートルで走っていた場合、ブレーキをかけてからの制動距離は4キロメートル

(<http://www.catuhweb.com/kinnkazann/http://business.nikkeibp.co.jp/article/report/20120614/233336/?P=2>  
[http://www.sdr.co.jp/img\\_what\\_sdr/gyoumu\\_ure.html](http://www.sdr.co.jp/img_what_sdr/gyoumu_ure.html)  
[http://www.soc.nii.ac.jp/iepsjmo/cd-rom/2010cd-rom/earth2010\\_disc1/program/PDF/H-DS023/HDS023-10.pdf](http://www.soc.nii.ac.jp/iepsjmo/cd-rom/2010cd-rom/earth2010_disc1/program/PDF/H-DS023/HDS023-10.pdf)  
[http://pari.u-tokyo.ac.jp/event/policy\\_discussion/pari110610\\_rail.pdf](http://pari.u-tokyo.ac.jp/event/policy_discussion/pari110610_rail.pdf)を参考に作成)

図1 早期地震検知警報システム概念

地震が発生した場合、まず初期微動(P波)が地表に到達し、その後、数秒(～十数秒)遅れて主要動(S波)が到達します。早期地震警報システムのP波警報処理時間の変遷例を図2に示します([http://www.sdr.co.jp/img\\_what\\_sdr/gyoumu\\_ure.html](http://www.sdr.co.jp/img_what_sdr/gyoumu_ure.html)参照)。ユレダス(Urgent Earthquake Detection and Alarm System)は初期微動(P波)を検知し1～3秒、フレックル(FREQL)は最短0.1秒で警報を発信します。これにより、主要動が到達するまでの数秒(～十数秒)の間に、安全を確保するための対策を講ずることが可能となります。

新幹線では沿線や海岸に地震計を97カ所設置しています。主要動より先に来る初期微動を地震計が検知すると、架線への送電を自動的に停止します。送電が停止されると列車に自動的に非常ブレーキがかかります。ブレーキの動作にかかる1秒の差が明暗分けます。安全を守るためには、地震が来たら列車を止めるのが鉄則です。最高速度である300キロメートルで走っていた場合、ブレーキをかけてからの制動距離は4キロメートルで最高速度の1.3%( $=100 \times 4 \div 300$ )の制動距離が必要となります。



・ユレダス(Urgent Earthquake Detection and Alarm System)は初期微動(P波)を検知し1～3秒、フレックル(FREQL)は最短0.1秒で警報を発信します。

図2早期地震警報システムのP波警報処理時間の変遷例 ([http://www.sdr.co.jp/img\\_what\\_sdr/gyoumu\\_ure.html](http://www.sdr.co.jp/img_what_sdr/gyoumu_ure.html)を参考に作成)

地震が来たときに一刻も早く列車を止めるため、新幹線では運転士の判断は介さずに自動的に非常ブレーキをかけます。これまでは車上のATC(自動列車制御)装置が送電停止を感知していましたが、2009年3月までに、新たに停電検知装置を設けて非常ブレーキの動作にかかる時間を4秒から3秒に減らしました。この結果、「大きな揺れが来る12～15秒前に、宮城県石巻市金華山にある地震計が初期微動を検知し、東北新幹線で営業運転中の27本のすべての列車運転を減速させ、止めました」。

衛星通信伝搬遅延時間は地上通信伝搬遅延時間と比較して長いので、電話網における衛星通信利用は限られるとの指摘が行われていました。P波警報処理時間(0.1秒から3秒)後の安全を確保するための対策措置時間に占める衛星通信伝搬遅延時間と東北新幹線早期地震検知システム作動開始からすべての列車を止めるまでの時間12～15秒との比較を説明してください。

東北新幹線早期地震検知システムの地震検知・警報処理装置(<http://www.sdr.co.jp/index.html>参照)が設置されている金華山は、東北新幹線の東約60km(地上無線通信見通し内電波伝搬遅延時間 $0.2\text{ms}=60\text{km} \div 30\text{万km/秒}$ )の石巻市牡鹿半島の東南約1kmの海上にあります。金華山における地上携帯電話サービスエリアと不感地域例を図3に示します(<http://www.city.ishinomaki.lg.jp/osika/sangyokanko/kinkasan.jsp>参照)。

金華山の太平洋岸は地上携帯電話の不感地域です。他方、牡鹿半島側は地上携帯電話サービスエリアです。金華山における衛星通信は、太平洋岸エリアは平常時通信サービス機能また牡鹿半島側エリアは非常災害時における地上携帯電話バックアップ機能を果たします。



図3 金華山における地上携帯電話サービスエリアと不感地域

静止衛星通信及び低高度イリジウム衛星66機編隊通信の構成と電波伝搬遅延時間計算例を図4に示します。

赤道上空高度約36,000kmの静止衛星通信サービスエリアにおいて、地震検知・警報処理装置出力信号は、国際標準IEEE802.15-WPAN (<http://www.ieee802.org/15/>参照)やIEEE802.11-WLAN (<http://www.ieee802.org/11/>参照)規格の無線接続により、国際標準ITU-R規格の送信地球局端末に入力されます。国際標準ITU-R規格の送信地球局端末からの出力信号は静止通信衛星1機を経由して、国際標準ITU-R規格の受信地球局端末に入力されます。地震検知・警報処理受信信号は、国際標準IEEE802.15-WPAN (<http://www.ieee802.org/15/>参照)やIEEE802.11-WLAN (<http://www.ieee802.org/11/>参照)規格の無線接続により、送電停止装置及び列車停電検出装置に配信され、列車ブレーキが作動します。地球局送信端末からの出力信号は静止通信衛星1機を経由して、地球局受信端末までの伝搬遅延時間が片方向シングルホップ伝搬遅延時間です。静止衛星通信サービスエリア内の片方向シングルホップ伝搬遅延時間 $T_r$ (GSO)は $T_r$ (GSO)=270 msです ([http://www.satellitetoday.com/via/features/Minimizing-Latency-in-Satellite-Networks\\_31811.html](http://www.satellitetoday.com/via/features/Minimizing-Latency-in-Satellite-Networks_31811.html)参照)。

地上高度約780km、軌道傾斜角86度の低高度イリジウム衛星66機編隊通信は、マルチスポットビーム通信です。スポットビームサービスエリア内(例えばS1スポットビームサービスエリア内)において、地震検知・警報処理装置出力信号は、国際標準IEEE802.15-WPAN (<http://www.ieee802.org/15/>参照)やIEEE802.11-WLAN (<http://www.ieee802.org/11/>参照)規格の無線接続により、国際標準ITU-R規格の送信地球局端末に入力されます。国際標準ITU-R規格の送信地球局端末からの出力信号は低高度イリジウム通信衛星1機を経由して、国際標準ITU-R規格の受信地球局端末に入力されます。地震検知・警報処理受信信号は、国際標準IEEE802.15-WPAN (<http://www.ieee802.org/15/>参照)やIEEE802.11-WLAN (<http://www.ieee802.org/11/>参照)規格の無線接続により、送電停止装置及び列車停電検出装置に配信され、列車ブレーキが作動します。送信地球局端末からの送信信号が、低高度イリジウム通信衛星1機を経由して、受信地球局端末で受信するまでの、片方向シングルホップ伝搬遅延時間 $T_r$ (LEO)は $T_r$ (LEO)=4.3msで、静止衛星通信サービスエリア内の片方向シングルホップ伝搬遅延時間 $T_r$ (GSO)(=270 ms)の1.5%です ([http://www.satellitetoday.com/via/features/Minimizing-Latency-in-Satellite-Networks\\_31811.html](http://www.satellitetoday.com/via/features/Minimizing-Latency-in-Satellite-Networks_31811.html)参照)。

電波伝搬遅延時間の静止衛星通信と低高度衛星編隊通信と比較例を表1に示します。

東北新幹線早期地震検知システム作動開始からすべての列車を止めるまでの時間 $T_{safe}$ =12秒対静止衛星通信伝搬遅延時間 $T_r$ (GSO)(=270ms)=1:0.022及び $T_{safe}$ (=12秒)対低高度イリジウム衛星66機編隊通信伝搬遅延時間 $T_r$ (LEO)(=4.3ms)=1:0.00035となり、衛星通信伝搬遅延時間は早期地震検知システム作動開始からすべての列車を止めるまでの時間に比べて100分2以下の値となります。

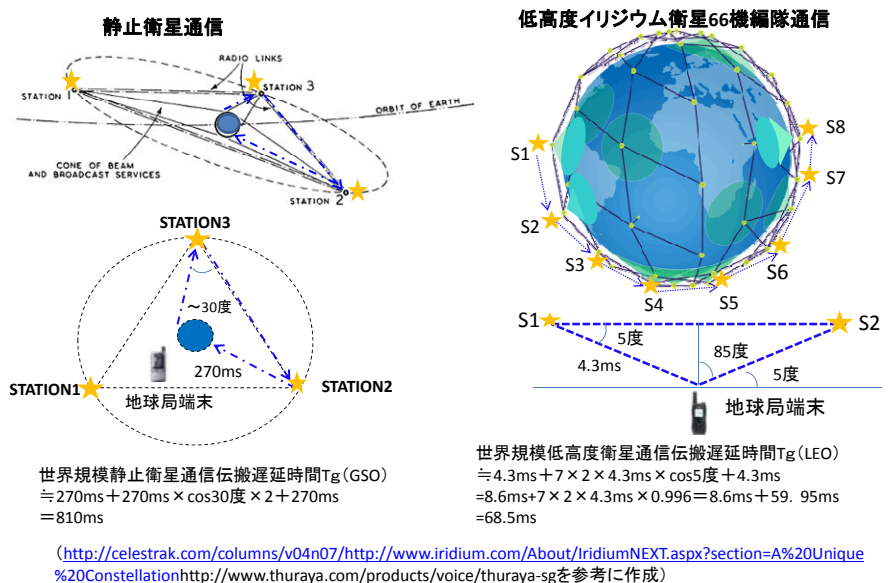


図4 静止衛星通信及び低高度衛星編隊通信の構成と電波伝搬遅延時間計算例

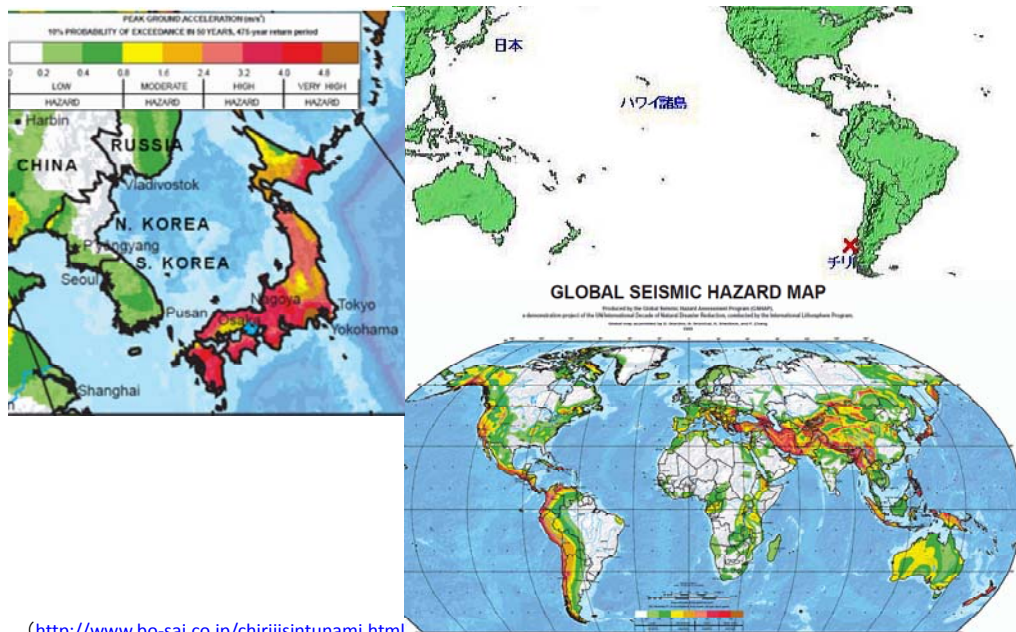
表1 電波伝搬遅延時間の静止衛星通信と低高度衛星編隊通信と比較例

項目	静止衛星通信	低高度衛星編隊通信
片方向シングルホップ構成例	STATION3サービスエリアに地震計が設置され、同じSTATION3サービスエリアで高速列車が営業運転中のケース	S1スポットビームサービスエリアに地震計が設置され、同じS1スポットビームサービスエリアで高速列車が営業運転中のケース
P波警報処理時間 $T_p$ (ms)	100~3,000	100~3,000
伝搬遅延時間 $T_r$ (ms)	$T_r$ (GSO)=270	$T_r$ (LEO1)=4.3
東北新幹線早期地震検知システム作動開始からすべての列車を止めるまでの時間 $T_{safe}$ (r)=12秒との対比	$T_{safe}$ 対 $T_r$ (GSO) =12対0.27 =1対0.022	$T_{safe}$ 対 $T_r$ (LEO1) =12対0.0043 =1対0.00035

日本から見て、地球の裏側チリで1960年(昭和35年)5月23日午前4時11分(日本時間)に発生した地震は、日本でも松代地震観測所(長野県)をはじめ、全国の地震計で23日午前4時30分ころから約3時間半にわたって異常に大きな地震が記録されました。チリで4時11分に発生した本震の初動は、チリから日本に約20分で到達したことになります。そして、地震発生15分後に約18mの津波がチリ沿岸部を襲い、約17時間後には約10.7mの津波がハワイ諸島を、22.5時間後に2~6mの津波が日本を襲いました。本震の初動がチリから日本に到達する時間約20分と世界規模の衛星通信伝搬遅延時間との比較を示してください。

世界の地震災害予測図例を図5に示します(<http://www.bo-sai.co.jp/chirijisintunami.html>, <http://0.tqn.com/d/geology/1/0/q/j/1/worldseismap.png>, [http://geology.about.com/od/seishazardmaps/ss/World-Seismic-Hazard-Maps\\_20.htm](http://geology.about.com/od/seishazardmaps/ss/World-Seismic-Hazard-Maps_20.htm)参考)。

環太平洋の東アジア、南北アメリカの太平洋側の多くは、High Hazard 及びVery High Hazard 地域です。日本列島は太平洋岸及び日本海岸のほとんどがHigh Hazard 及びVery High Hazard 地域です。他方、朝鮮半島のほとんどがLow Hazard 地域です。



(<http://www.bo-sai.co.jp/chirijisintunami.html>  
<http://0.tqn.com/d/geology/1/0/q/j/1/worldseismap.png>  
[http://geology.about.com/od/seishazardmaps/ss/World-Seismic-Hazard-Maps\\_20.htm](http://geology.about.com/od/seishazardmaps/ss/World-Seismic-Hazard-Maps_20.htm)を参考に作成)

図5 世界の地震災害予測図例

#### 世界規模の静止衛星通

信システムは最小3機の静止通信衛星から構成されます(<http://celestrak.com/columns/v04n07/>参照)。地球局送信端末(STATION3サービスエリア)および地球局受信端末(STATION2サービスエリア)が異なるサービスエリアにある場合、地球局送信端末(STATION3サービスエリア)の出力信号はSTATION3衛星とSTATION2衛星と中継して、地球局受信端末(STATION2サービスエリア)で受信されます。

世界規模の静止衛星通信片方向シングルホップ伝搬遅延時間 $T_g$ (GSO)は次式で表されます。

世界規模の静止衛星通信片方向シングルホップ伝搬遅延時間 $T_g$ (GSO)

$$T_g(\text{GSO}) \doteq 270\text{ms} + 270\text{ms} \times \cos 30^\circ \times 2 + 270\text{ms} = 810\text{ms}$$

世界規模静止衛星通信片方向シングルホップ伝搬遅延時間 $T_g$ (GSO)

$$T_g(\text{GSO}) = 810\text{ms} = 3 \times \text{静止衛星通信サービスエリア内の片方向シングルホップ伝搬遅延時間 } T_r(\text{GSO}) (=270 \text{ ms})$$

地球局送信端末(STATION3サービスエリア)および地球局受信端末(STATION2サービスエリア)が異なるサービスエリアにある場合の世界規模の静止衛星通信片方向シングルホップ伝搬遅延時間 $T_g$ (GSO) = 810msは、静止衛星通信サービスエリア内の片方向シングルホップ伝搬遅延時間の $T_r$ (GSO) = 270 ms の3倍となります。

世界規模の低高度イリジウム衛星通信は8機の通信衛星を中継し、片方向シングルホップ伝搬遅延時間 $T_g$ (LEO)は次式で表されます。

世界規模の低高度イリジウム衛星通信片方向シングルホップ伝搬遅延時間 $T_g$ (LEO)

$$\begin{aligned} T_g(\text{LEO}) &\doteq 4.3\text{ms} + 7 \times 2 \times 4.3\text{ms} \times \cos 5^\circ + 4.3\text{ms} \\ &= 8.6\text{ms} + 7 \times 2 \times 4.3\text{ms} \times 0.996 = 8.6\text{ms} + 59.95\text{ms} \\ &= 68.5\text{ms} \end{aligned}$$

世界規模の低高度イリジウム衛星通信片方向シングルホップ伝搬遅延時間Tg(LEO)はTg(LEO)=68.5ms=15.9×片方向シングルホップ伝搬遅延時間Tr(LEO)(=4.3ms)です。

世界規模の低高度イリジウム衛星通信片方向シングルホップ伝搬遅延時間Tg(LEO)は、(=68.5ms)は世界規模の静止衛星通信片方向シングルホップ伝搬遅延時間Tg(GSO)(=810ms)の8.4%です。

本震の初動がチリから日本に到達する時間約20分と世界規模の衛星通信伝搬遅延時間との比較例を表2に示します。

本震の初動がチリから日本に到達する時間Tar=20分=1,200s対静止衛星通信伝搬遅延時間Tg(GSO)(=0.81s)=1対0.00067 及びTar(=1,200s)対低高度イリジウム衛星66機編隊通信伝搬遅延時間Tg(LEO1-8)(=0.0685s)=1:0.000057となり、世界規模の衛星通信伝搬遅延時間は本震の初動がチリから日本に到達する時間に比べて1000分7以下です。

表2 世界規模電波伝搬遅延時間の静止衛星通信と低高度衛星編隊通信と比較例

項目	静止衛星通信	低高度衛星編隊通信
片方向シングルホップ構成例	・STATION3サービスエリアに地震計が設置され、隣接のSTATION2サービスエリアで高速列車が営業運転中のケース ・データ中継衛星数は2機	・S1スポットビームサービスエリアに地震計が設置され、S8スポットビームサービスエリアで高速列車が営業運転中のケース ・データ中継衛星数は8機
P波警報処理時間Tp(s)	0.1~3	0.1~3
伝搬遅延時間Tg(s)	Tg(GSO)=0.81	Tr(LEO1-8)=0.0685
本震初動がチリから日本までに到達する時間Tar=20分=1,200sとの対比	Tar対Tg(GSO)=1200対0.81=1対0.00067	Tar対Tr(LEO1-8)=1200対0.0685=1対0.000057

新幹線早期地震検知システムの安全輸送効果を数値化するために、「新幹線早期地震検知システム」が不具合・故障し、新幹線が脱線転覆等により人身事故が発生した場合の人的資源活用機会損失額を試算してください。

まず、死亡保険金に関しては、2010(H22)年度の死亡保険金の支払総額は2兆7,435億円で、支払件数が103万件となっています(<http://www.seiho.or.jp/data/statistics/trend/pdf/all.pdf>参照)。これには満期保険金が含まれていませんので、純粋に死亡した人に対して支払われた金額ということになります。平均すると1件あたり266万円/件になります。

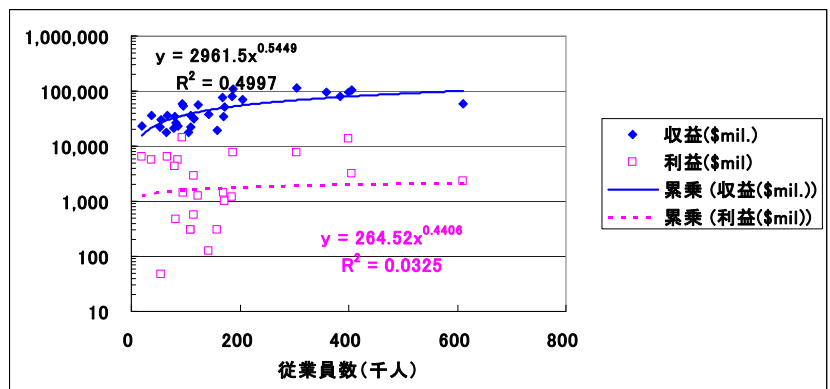
なお、死亡保障がメインの共済では、「病气死亡の場合には400万円、不慮の事故死亡の場合には800万円、交通事故死亡の場合には1200万円」のように死亡原因によって、支払われる保険金に差が付けられています(<http://1hoken.net/7/47/000481.html>参照)。

次に、1人当たり県民所得の全国平均は291.6万円/人/年です(<http://www.stat.go.jp/data/nihon/03.htm>参照)。1世帯当たり人員は2.4(人 / 世帯)(<http://www.stat.go.jp/data/nihon/02.htm>参照)ですので、世帯当たり県民所得全国平均は291.6(万円/人/年)×2.4(人/世帯)=699.8万円/世帯/年となります。

さらに、世界の電機・コンピュータ・半導体企業上位32社の収益Y(\$mil.)と従業員数X(千人)/年との関係(2009年)を図6に示します。また、世界の電機・コンピュータ・半導体企業上位32社の収益Y(\$mil.)と従業員数X(千人)/年との関係はべき乗回帰線で近似できます。

$$\text{収益Y} (\$ \text{mil.}) = 2,961.5X(\text{千人})^{0.5449}$$

(フォーチュン・グローバル500<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%95%E3%82%A9%E3%83%BC%E3%83%81%E3%83%A5%E3%83%B3%E3%83%BB%E3%82%B0%E3%83%AD%E3%83%BC%E3%83%90%E3%83%AB500>参照)。



- ・従業員数に対する収益をべき乗回帰線で近似
- ・従業員数に対する収益の相関係数は0.70で、かなりの相関がある
- ・従業員数53千人の収益計算値は26,460 \$mil.
- ・従業員数109千人の収益計算値は39,020 \$mil.
- ・従業員数204千人の収益計算値は54,891 \$mil.
- ・従業員数384千人の収益計算値は77,745 \$mil.
- ・従業員数に対する利益の相関係数は0.1で、ほとんど相関がない

(FORTUNE July,2009を参考に作成)

図6 世界の電機・コンピュータ・半導体企業32社収益と従業員数との関係(2009年)

従業員数に対する収益の相関係数RはR=0.70で、かなりの相関があります。従業員数53千人の企業収益のべき乗回帰線値は26,460 \$mil./年で、従業員千人当りの企業収益のべき乗回帰線値は499 \$mil./千人/年となります。

新幹線営業運転中の列車乗客数は次式で示されます。

乗客数 = 編成定員(人/本) × 乗車率 × 列車本数

(<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%96%B0%E5%B9%B9%E7%B7%9A%E2%E7%B3%BB%E9%9B%BB%E8%BB%8A>参照)及び新幹線列車本数に対して、生命保険金支払い額、県民所得/年及び世界の電機・コンピュータ・半導体企業上位32社の収益べき乗回帰線値/年に換算した、新幹線列車事故による人的資源活用機会損失額の試算例を図7に示します。

新幹線列車営業運転中27本の30%の新幹線列車8本が全員死亡事故が発生した場合は、新幹線編成定員が813人/本、乗車率70%の時は、乗客死者数は4,553人(=813人/本 × 0.7 × 0.3 × 27本 = 813人/本 × 0.7 × 8本)に達し、生命保険金支払い換算の人的資源損失額は121億円、県民所得換算の人的資源活用機会損失額は132億円/年、及び世界の電機・コンピュータ・半導体企業上位32社収益のべき乗回帰線換算の人的資源活用機会損失額は6,764(\$mil) × 79.4(円/ドル) = 5,370億円/年と試算されます(<http://www.customs.go.jp/tetsuzuki/kawase/kawase2012/kouji-rate20120701-0707.pdf>参照)。

また、県民所得換算の人的資源活用機会損失額は、新幹線乗車県民が事故後、事故前と同様に継続し、所得に寄与することが考えられますので、132(億円/年) × 所得に寄与する期待年数に増加します。さらに、世界の電機・コンピュータ・半導体企業上位32社収益のべき乗回帰線換算の人的資源活用機会損失額は、新幹線乗車従業員が事故後、事故前と同様に継続し、事業収益に寄与することが考えられますので、5,370(億円/年) × 事業収益に寄与する期待年数に増加します。

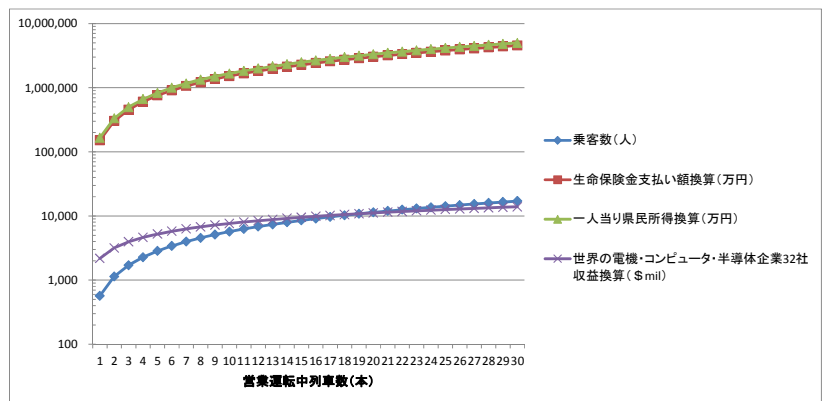
### 3.11地震・津波において、東北新幹線安全輸送への寄与が実証された早期地震検知システムは、種々の波及効果が期待されます。早期地震検知システムの拡大応用例を示して下さい。

早期地震検知システムは、災害現場におけるレスキュー隊の余震等における2次災害の防止や、半導体工場、プロ野球のスタジアムなどに導入されています([http://www.sdr.co.jp/img\\_what\\_sdr/gyoumu\\_ure.html](http://www.sdr.co.jp/img_what_sdr/gyoumu_ure.html)参照)。

「2011年3月11日午後、千葉県市原市五井海岸のコスモ石油千葉製油所の高圧ガス施設でガスタンクが落下し、下にあったガス管が破裂して爆発炎上した事故で、30代の男性がやけどをするなどして計3人が重軽傷を負った。」ことが報道されました(<http://sankei.jp.msn.com/affairs/news/110311/dst11031120550186-n1.htm> <http://www.youtube.com/watch?v=SRUpJ3CAcYA>参照)。その後、千葉県石油コンビナート防災アセスメント検討会報告書(2011年11月)は 冷却散水設備の早期作動が液化石油タンク等の爆発現象への遅延や抑制に有効であることを述べています(<http://www.pref.chiba.lg.jp/shoubou/jouhoukoukai/shingikai/documents/2-7taishintaisaku.pdf#search='千葉%20震災%20石油コンビナート'>参照)。

今後、早期地震検知システムを利活用する遠隔無人操作が可能な冷却散水設備等の整備施策の加速が望まれます。

日本の人工透析患者は約29万人。2011. 3.11地震・津波の被害が著しかった岩手、宮城、福島に約1万2000人の透析患者がいました。人工透析は腎臓の機能が低下し、自力で血中の老廃物を濾過できない腎不全の慢性腎臓病患者が行う治療です。



- ・新幹線編成定員813人/本、乗車率70%、新幹線列車営業運転27本中、30%の新幹線列車(8本)に全員死亡事故が発生した場合の乗客死者数は4,553人
- 生命保険金支払い換算の人的資源損失額は121億円、
- 県民所得換算の人的資源機会損失額は132億円/年、
- 世界の電機・コンピュータ・半導体企業上位32社収益のべき乗回帰線換算の人的資源機会損失額 6,764(\$mil) × 79.4(円/ドル) = 5,370億円/年

図7新幹線列車事故による人的資源活用機会損失額の試算例

腎臓の機能が低下したまま放置すると、尿毒症など深刻な事態を起こす可能性があるため、透析は通常1回4時間の治療を週に3回欠かさず行うことが必要となります。(http://www.toyokeizai.net/business/society/detail/AC/c67decbbf859123c33beec11290bc5c2/参照)。

実際に透析に何らかの支障が生じるような大災害が起きた時に停電等によって透析を中断せざるを得なくなった場合にあってないために、人工透析患者の危機管理行動指針例として「① 自分が今使用している透析装置は、停電の時、血液ポンプ、注入ポンプを電池で運転することができる。② 従って停電の時、自動的に電池運転に切り替わる。③ 満充電状態での運転可能時間は約40分。」などがあります(http://www.nininkai.com/kikikanri.htm参照)。

今後、早期地震検知システムを利活用する遠隔自動操作により、最低限1回4時間/2日、3日間(Space Japan Review 2 & 3No.78, February / March 2012 http://satcom.jp/78/spacejapaninterviewj.pdf参照)治療が可能な自立電源装備の人工透析施設整備施策の加速が必要です。

さらに、早期地震検知システムは、High Hazard 及びVery High Hazard 地域である東アジア太平洋沿岸、南北アメリカの太平洋沿岸、中央アジア、中近東及び地中海沿岸地域における振興普及施策整備が喫緊の課題となっています。

次回は「衛星通信自立電源用太陽光発電システムの潜在的市場規模の試算例」についてお話しさせていただきます。ありがとうございました。■

## 著者紹介



### 磯 彰夫

昭42東北大学大学院理学研究科修士課程了。同年電電公社電気通信研究所入社、昭48電電公社横須賀電気通信研究所。昭49宇宙開発事業団(NASDA)実用衛星設計グループ(出向)。昭53電電公社横須賀電気通信研究所。昭和62宇宙通信基礎技術研究所(SCR)出向。平成3NTT無線システム研究所。平4三菱電機鎌倉製作所入社。平14エム・シー・シー入社。平成19独立行政法人情報通信研究機構新世代ワイヤレス研究センターユビキタスモバイルグループ、現在株式会社アイソ・スペースネット・リサーチ代表取締役。

工学博士。AIAA, IEEE, AFCEA, 電子情報通信学会, 各会員