

【IS-05】

**クラウドとBigData時代の社会、
EUデータ保護指令、SLA**

クラウドとBigDataの時代が向かう サイバーフィジカルな社会

2012年10月03日

**一般社団法人 電子情報技術産業協会
情報政策委員会
IT産業成長活性化WG**

主査 池崎雅夫（パナソニック株）
mailto: ikezaki.masao@jp.panasonic.com

IT産業の3つのパラダイム変化

- **クラウド・コンピューティング技術**

- 情報システムの革新的なパラダイム・チェンジ

- **デジタル融合(IT融合)とBigData(Analytics)**

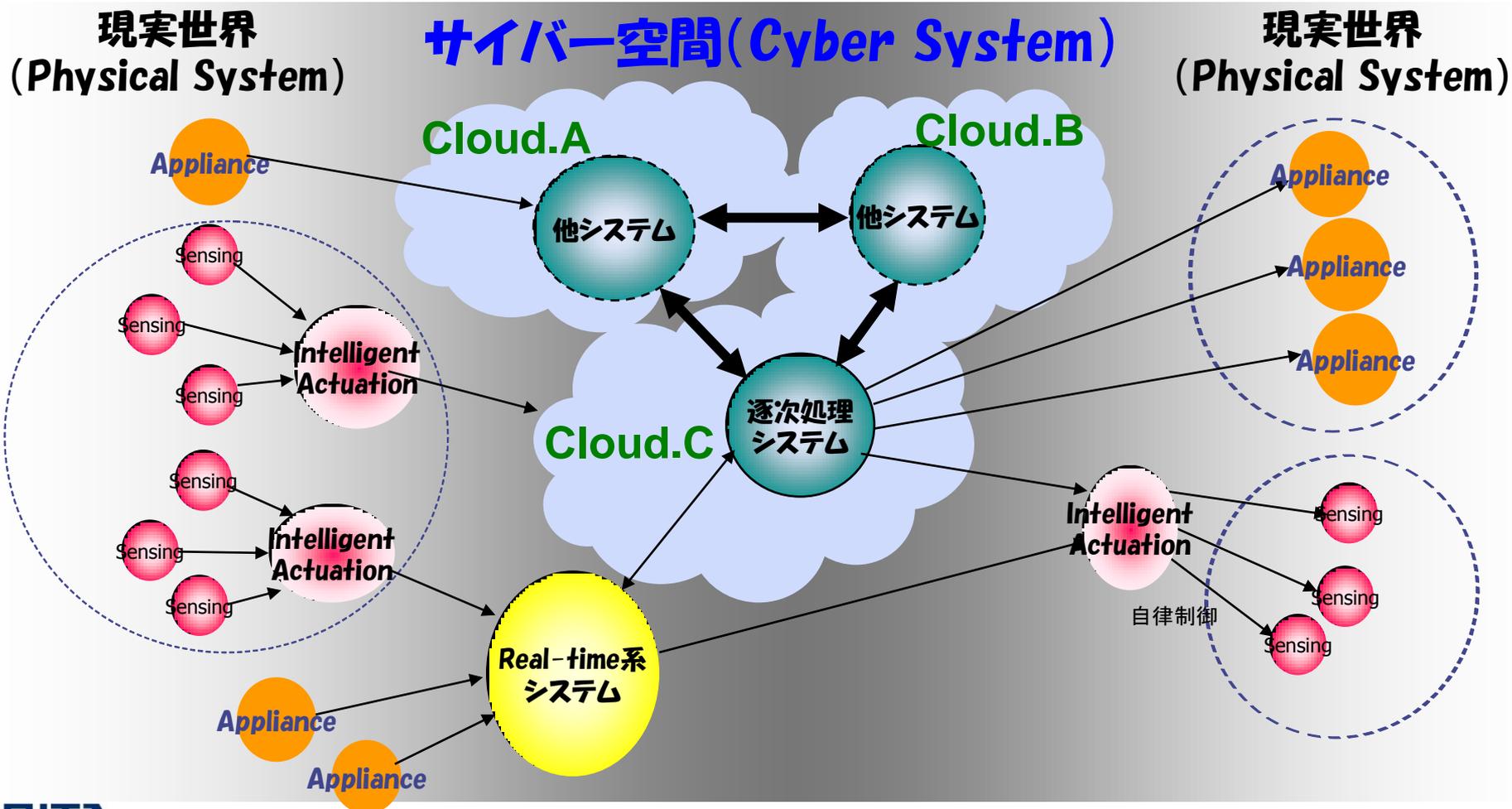
- デジタル化が従来分野の垣根を超えて大融合

- **サイバー・フィジカル・システム(CPS)**

- 次世代インターネットが繋ぐ実空間と仮想空間

サイバー・フィジカルな社会の変化

- ① 情報の収集 ② 情報の分析による判断・アクション ③ 効率化・新価値



January 2012 | Volume 100 | Number 1

Proceedings OF THE IEEE

SPECIAL ISSUE

CYBER-PHYSICAL SYSTEMS

Point of View: Marine Energy
Scanning Our Past: Proceedings
Through One-Hundred Years



SPECIAL ISSUE

CYBER-PHYSICAL SYSTEMS

Edited by R. Poovendran, K. Sampigethaya, S. K. S. Gupta, I. Lee, K. V. Prasad, D. Corman, and J. L. Paunicka

- 13 Modeling Cyber-Physical Systems**
By P. Derler, E. A. Lee, and A. S. Vincentelli
| INVITED PAPER | Developing cyber-physical systems (CPS) models is the main concern of this paper which provides a comprehensive overview of their current state and future directions.
- 29 Toward a Science of Cyber-Physical System Integration**
By I. Sztipanovits, X. Koutsoukos, G. Karsai, N. Kottenstette, P. Antsaklis, V. Gupta, B. Goodwine, J. Baras, and S. Wang
| INVITED PAPER | This paper focuses on the design phase of the system lifecycle and proposes a passivity-based approach to decouple system stability from cyber timing uncertainties.
- 45 Distributed Real-Time Software for Cyber-Physical Systems**
By J. C. Eidson, E. A. Lee, S. Matic, S. A. Seshia, and J. Zou
| INVITED PAPER | New programming abstractions and modeling tools are presented in this paper to precisely capture the physical notion of time in these systems.
- 60 Toward Continuous State-Space Regulation of Coupled Cyber-Physical Systems**
By Justin M. Bradley and E. M. Atkins
| INVITED PAPER | The authors abstract the software execution rate of a controller program into a continuous-state framework to allow the application of modern control techniques.
- 75 Challenges and Research Directions in Medical Cyber-Physical Systems**
By I. Lee, O. Sokolsky, S. Chen, J. Hawliff, E. Jee, B. Kim, A. King, M. Mullen-Fortino, S. Park, A. Roederer, and K. K. Venkatasubramanian
| INVITED PAPER | A broad overview of emerging applications for these systems is provided in this paper; challenges, promising solutions, and open problems are presented.
- 91 Body Sensor Networks: A Holistic Approach From Silicon to Users**
By B. H. Calhoun, J. Lach, J. Stankovic, D. D. Wentzloff, K. Whitehouse, A. T. Barth, J. K. Brown, Q. Li, S. Oh, N. E. Roberts, and Y. Zhang

DEPARTMENTS

- 3 POINT OF VIEW**
Marine Energy: The Key for the Development of Sustainable Energy Supply
By X.-P. Zhang
- 6 SCANNING THE ISSUE**
Special Issue on Cyber-Physical Systems
By R. Poovendran, K. Sampigethaya, S. K. S. Gupta, I. Lee, K. V. Prasad, D. Corman, and J. L. Paunicka
- 300 SCANNING OUR PAST**
Proceeding Through 100 Years
- 304 FUTURE SPECIAL ISSUES/SPECIAL SECTIONS**

an smart capability control systems.

- 195 Cyber-Physical Security of a Smart Grid Infrastructure**
By Y. Mo, T. H.-J. Kim, K. Brancik, D. Dickinson, H. Lee, A. Perrig, and B. Sinopoli
| INVITED PAPER | The authors of this paper discuss the limitations of advances, measures to make the smart grid secure, and also to assure continuous power flows and dynamic power pricing.
- 210 Cyber-Physical System Security for the Electric Power Grid**
By S. Sridhar, A. Hahn, and M. Govindarasu
| INVITED PAPER | Control in power systems that may be vulnerable to security attacks is discussed in this paper as are control loop vulnerabilities, potential impact of disturbances, and several mitigations.
- 225 A Hybrid System Approach to the Analysis and Design of Power Grid Dynamic Performance**
By Y. Susuki, T. J. Koo, H. Ebina, T. Yamazaki, T. Ochi, T. Uemura, and T. Hikihara
| INVITED PAPER | This paper develops a hybrid model-based theory and methods for managing the joint dynamics of cyber elements and physical processes in the smart grid and ensuring grid stability.
- 240 Reducing Transient and Steady State Electricity Consumption in HVAC Using Learning-Based Model-Predictive Control**
By A. Aswani, N. Master, J. Taneja, D. Culler, and C. Tomlin
| INVITED PAPER | Energy efficiency improvement in HVAC systems is investigated in this paper; a model-predictive control strategy is proposed to maintain comfortable temperature.

Look Back in History
Centennial Celebration News
and Events
Classic Papers



On the Web

www.ieee.org

MEMBERSHIP

Check out the many features available through the IEEE Membership Portal.

PUBLICATIONS

Find IEEE articles by using the

平成23～24年度の調査研究

…2011年度…

…2012年度

IT融合に関わる
国内外の
主要な研究開発動向

米国・欧州・日本

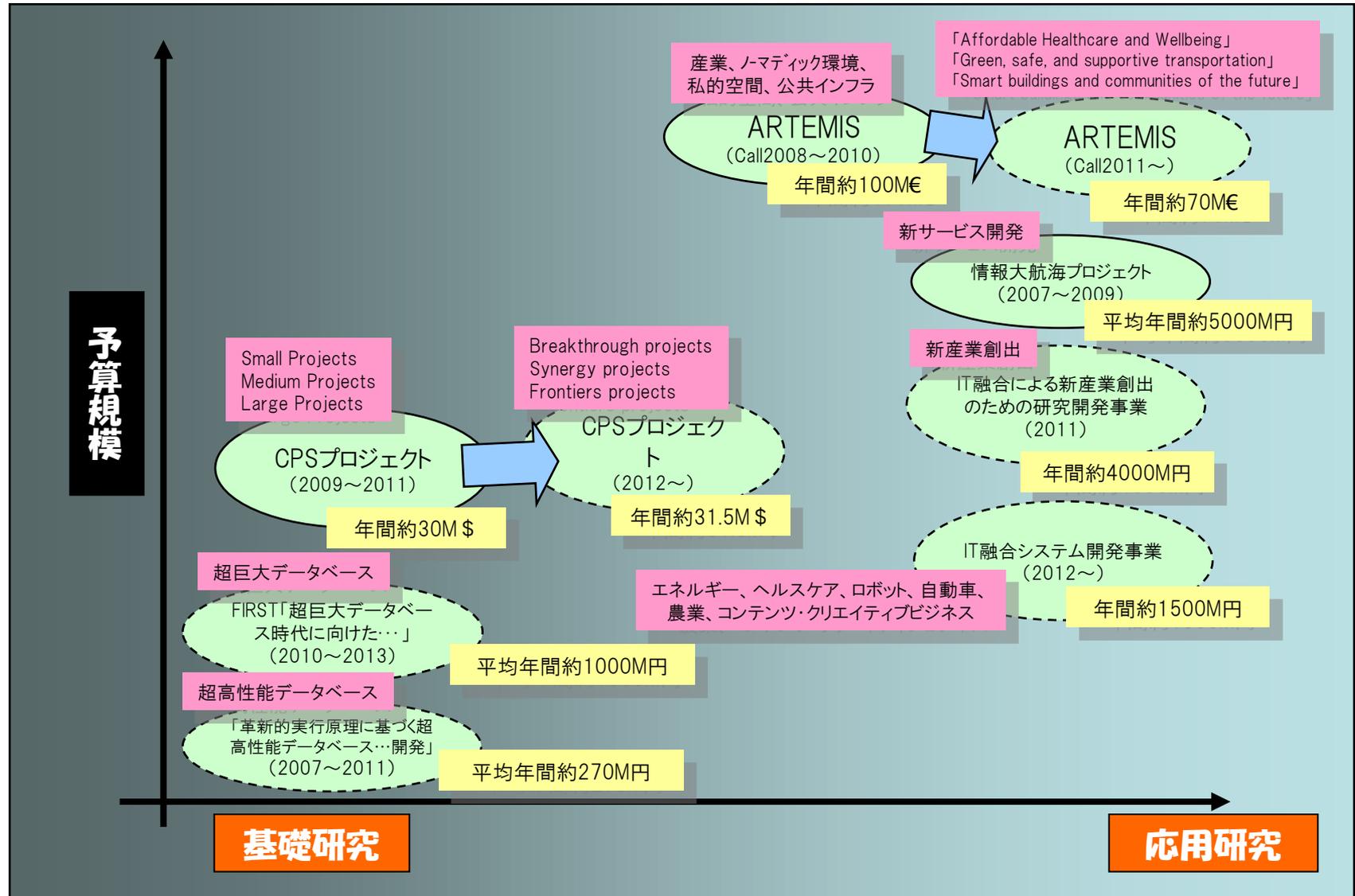
IT融合に関わる
国内外の
主要なビジネス事例の動き

新たな価値創出に向けた
「IT融合に関わる
研究開発・ビジネスの
方向性検討と論点整理」

+

- ① 「データ融合・広がり」
- ② 「価値創出を阻む壁」

IT融合の研究動向～欧米と日本



欧州のIT融合に向けた研究政策

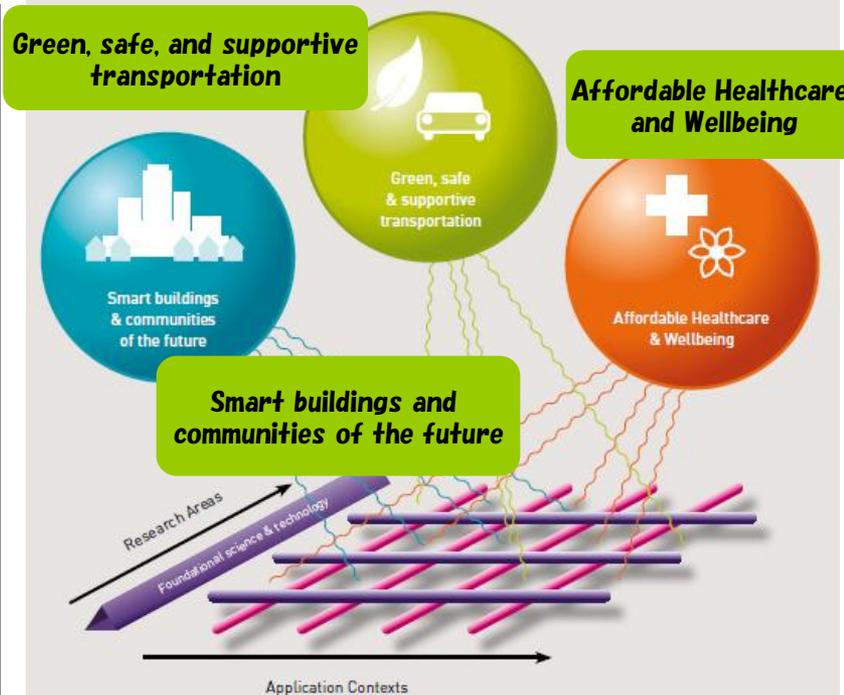
ARTEMIS

(Advanced Research & Technology
for Embedded Intelligence Systems)

組み込みシステムは世界中の機器に組み込まれ活用。
例、自動車、道路、医療システム、航空機、衛星等
従来、産業や製品毎に顧客ニーズに合わせた製品価値。

ネットワークで様々な機器がシステムや人とつながり、
安全面で組込システムの重要性が増大。

産業や製品毎に独立して開発していたため、他分野・
他製品との連携が困難。他分野へ使い回しができない。



- (1) 近年、情報通信技術の発展に伴い、**すべての機器がネットワークに接続され、自律したリソースが、デジタル化されてつながる社会に。**こうした社会の実現は、**様々な産業同士の融合が推進され、全ての産業に浸透する組み込みシステムが社会の神経系(Neural System)となり重要な役割を担う。**
- (2) Neural Systemが実現される社会では、**個々の産業分野に焦点を当てた研究開発ではなく、様々な応用分野を横断し連携した取り組みが必要。**

近年の目覚ましい技術や社会の進展に歩調を合わせるため、個別アプリケーション領域を対象にするのではなく、**各アプリケーションの技術等を集約した新しい機軸(テーマの方向性)を掲げた。**
⇒ **「SRA2011」で、具体的な3つの社会的課題へのチャレンジを取り上げた。**

“ARTEMIS” と FP7 (欧州研究開発計画)

EC: 欧州委員会

資金

ECの予算の約6.3%を利用する
欧州最大の研究開発計画

FP7: 第7次Framework Program

<4つの活動>

- ① Cooperation: 共同研究支援
- ② Capacities: 基盤整備・競争力強化
- ③ Ideas: 基礎研究支援
- ④ People: 研究開発支援

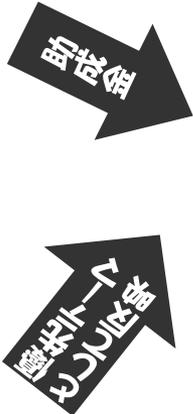
↑ 応用研究
↓ 基礎研究

↑ ロードマップの提案

↓ ロードマップ策定依頼

ETP: European Technology Platforms

産業界からの積極的な参加を得るために設置。
基礎研究成果の実用化に向けたロードマップを策定。
現在36のプラットフォームが活動。



ECによる資金管理/運営 (FP7総額予算規模: 505億ユーロ)

COOPERATION (共同研究支援) 324億ユーロ (内3割がICT)	Health	IDEAS	European Research Council
	Food, agriculture and biotechnology		Initial training
	Information and communication technologies		Life-long training
	Nanosciences, nanotechnologies, materials and new production technologies	PEOPLE	Industry-academia
	Energy		International dimension
	Environment (including climate change)		Specific actions
	Transport (including aeronautics)	CAPACITIES	Research infrastructures
	Socio-economic sciences and the humanities		Research for the benefit of SMEs
	Security and Space		Regions of Knowledge
			Research potential
	Science in society		
Euratom <small>原子力に関する研究及び教育活動(2007~2011年)</small>		Joint Research Centre <small>ECの内部組織。科学的観点から政策について助言し、技術的な観点で欧州委員会を支援する。(原子力研究開発部門を除く)</small>	

↓ EC管理から独立運営

JTI: Joint Technology Initiatives

ETPで策定されたSRAを重点的に実施するための手段として位置づけられている。Cooperationに分類され、優先度が高い下記の6つの領域が現在の対象。

① 革新的医薬	総額20億ユーロ	IMI
② 組み込み型コンピューティング・システム	総額27億ユーロ	ARTEMIS
③ 航空・航空輸送	総額16億ユーロ	Clean Sky
④ ナノ/エレクトロニクス	総額30億ユーロ	ENIAC
⑤ 水素・燃料電池	総額9億ユーロ	FCH
⑥ 環境と安全のための地球観測		GMES

(JTIsでなく、欧州宇宙機関 (ESA) 及びFP7による研究補助金により実施)

ARTEMIS

総予算の、
55%を産業界、
29%を各国政府、
16%を欧州委員会

注) ARTEMISでは組込システムが適用産業部門を、4応用分野に分類。

注) 基礎研究の実用化に向けたロードマップ

- ① ニーズ探索段階
VISION
- ② 基礎/応用研究段階
SRA (Strategic Research Agenda)
- ③ 実証/市場化段階
IAP (Implementation Action Plan)

FP7: 2008年~2017年の9年間

FP7 / ARTEMIS: 研究開発プロジェクト例

現在推進されているARTEMISのプロジェクト:

- Call2008よりeDIANA 「Embedded Systems for Energy Efficient Buildings」
- Call2009よりCHIRON 「Cyclic and person-centric Health management」

エネルギー分野

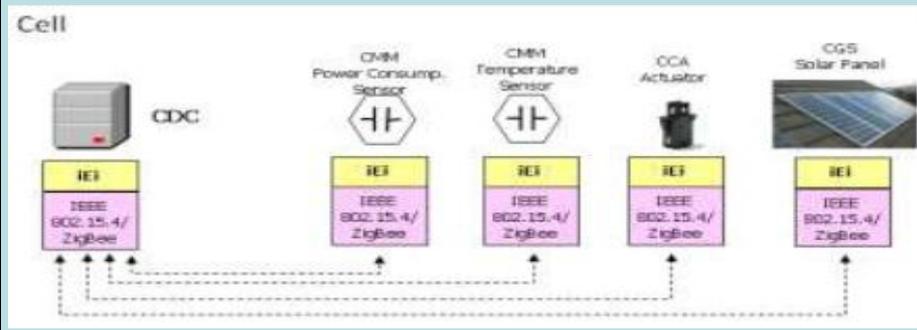
Title: eDIANA(Call2008:100012)
 Period: Feb-2009~Jan-2012、
 Total Costs: 17,330,469€
 Project Leader: Rafael Socorro
 Project Coordinator:
 Partners: 21
 Countries: 5



<概要> eDIANA(Embedded Systems for Energy Efficient Buildings)では、組み込みシステムの革新的なソリューションを基に建物の効率的なエネルギー利用を実現することを目的としている。

<技術内容>仕様、設計手法、ツールや検証等をオープンミドルウェアを実装した参照モデルベースのアーキテクチャ「eDIANAプラットフォーム」を開発する。eDIANAプラットフォームの開発により生産者/消費者の電力グリッド内の一つのノードとして、建物に接続することができる。

<予想効果>リアルタイムの測定・制御・統合を行うことで、エネルギー効率を改善し、ビルのエネルギー消費を最適化。25%効率化の実現目標。家庭デバイス(証明、電子機器等)も制御を可能にすることで快適性の向上を目指す。



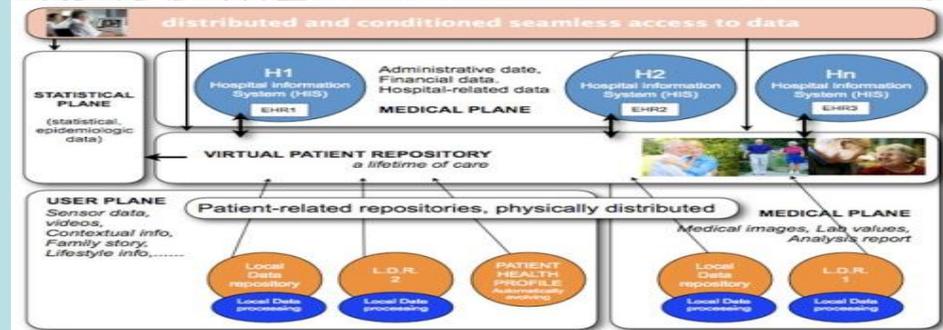
健康・医療分野

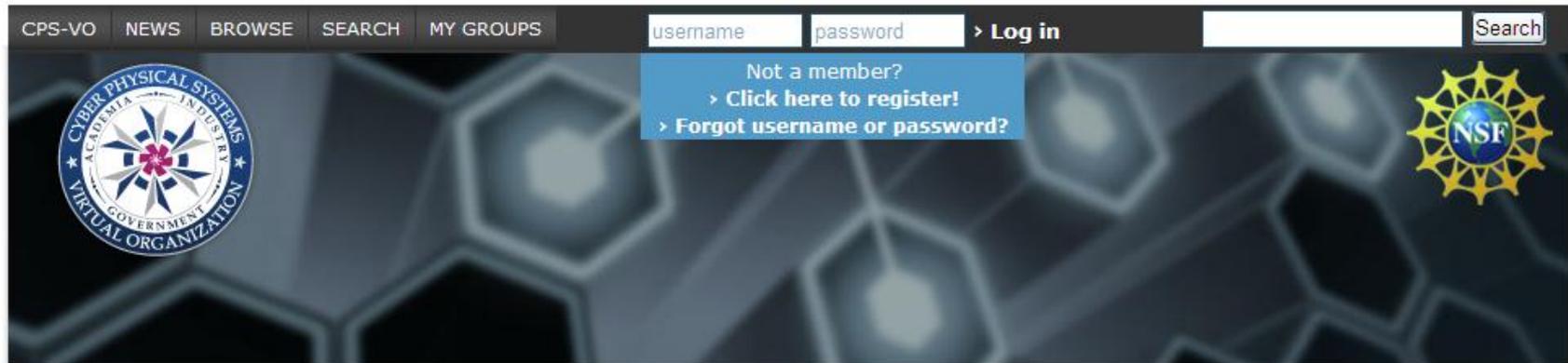
Title: CHIRON(Call2009:100228)
 Period: Mar-2010~Feb-2013
 Total Costs: 17,952,022€
 Project Leader: Augustin Grillet
 Project Coordinator: FIMI, Italy
 Partners: 27
 Countries: 8



<概要> CHIRONプロジェクトは、医療を根本から改善するために、**家庭・モバイル・臨床環境での人間中心の健康管理を行う統合ヘルスケアシステムの開発を目的**としており、具体的な4つの目標を立て、取り組んでいる。

- ① 家庭医療機関、移動中に治療可能な“シームレスケア”アーキテクチャを開発。
- ② 市民、医療関係者及びコミュニティで、各個人中心のデザイン・カスタマイズされたヘルスケアを実現する“人間中心のアプローチ”を実現。
- ③ コミュニティ全体の大量統計データと、個々の患者の過去や最新データを集約した“知識ベースシステム”を実現。
- ④ 手動入力を待たず自律的にニーズを先取り。コンテキストに合わせ自動調整を行い、生活の質を豊かにするための“プロアクティブコンピューティング”実現





Welcome to the home page of the Cyber Physical Systems Virtual Organization

Join the CPS-VO



PUBLICIZE EVENTS & MAKE ANNOUNCEMENTS



SHARE DOCUMENTS & COLLABORATE



FORM & MANAGE COMMUNITIES OF INTEREST



ORGANIZE ONLINE MEETINGS

Who are We?

The Cyber Physical Systems Virtual Organization (CPS-

In the Spotlight

NSF Announces Updated CPS Solicitation

Cyber-physical systems (CPS) are engineered systems that are built from and depend upon the synergy of computational and physical components



CPS Research Projects

Hybrid Systems for Modeling and Teaching the Language of Surgery

Dynamical-Network Evaluation and Design Tools for Strategic-to-Tactical Air Traffic Flow Management

Solicitations

NSF Announces Updated CPS Solicitation

Cyber-physical systems (CPS) are engineered systems that are built from and depend upon the synergy... more

ARPA-E Open Funding Opportunity in Energy R&D To address the challenges imposed by the rapidly evolving global energy market, ARPA-E seeks to... more

NSF Solicitation: Expeditions in Computing

The far-reaching impact and rate of innovation in the computing and information

NSF / CPS: 研究開発プロジェクト例

交通分野

CPS: Medium: **Autonomous Driving in Mixed-Traffic Urban Environments**

Start Date: 1-Sep-09

Expiration Date: 31-Aug-12

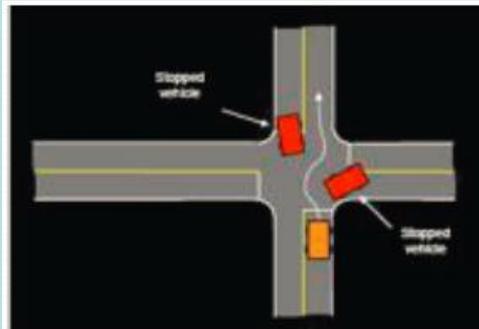
予算額: \$1,499,883

研究代表者: Ozguner, Umit

組織: Ohio State University

本プロジェクトは**完全な自立走行車の機能を向上させるものであり、その成果は都市交通環境において活用可能**。本プロジェクトを通じて、現在の自立走行車設計での弱点に対処するために、ソフトウェア、センシング、制御、モデリングに及ぶ学際的な研究成果を統合するもの。

具体的には、限定的にしか活用できなかったフォーマルメソッドを複雑な実際の環境で活用できるようにするために、現在のメソッドやツールの大幅な改良に重きを置く。



健康・医療分野

CPS Small: **Control of Surgical Robots: Network Layer to Tissue Contact**

Start Date: 1-Sep-09

Expiration Date: 31-Aug-12

予算額: \$638,118

研究代表者: Hannaford, Blake

組織: University of Washington

本プロジェクトの目的は、**外科医や外科医の分散型チームが、最小限の手順で、体の細かな場所の手術を可能とするインテリジェントな遠隔手術を可能にすること**。ワシントン大学は、CPSとして、既存の外科ロボットを拡張したロバストな基盤を作り上げる予定。

その基盤は、3つの新たなインタフェース(ネットワーク、インテリジェントロボット、非線形制御)を加えることで従来のリアルタイム制御、遠隔操作の概念を拡張するもの。



最近のNSF / CPS研究プロジェクト (2012年から ~)

2010年12月のPCAST報告書「Designing a Digital Future: Federally Funded Research and Development in Networking and Information Technology」でCPS研究開発投資を継続実施すべしと勧告され、かつ米国政府の研究開発投資分野の最優先事項の一つに。更に、新しい「ヒューマン・サイバーフィジカルシステム」のキーワードの必要性が示され2012年からNSFも範囲と目標を変更。

Note : PCAST:大統領科学技術諮問委員会(President's Council of Advisors on Science and Technology)

NIT分野での研究フロンティア

<優先すべき研究開発テーマ>

NIT and People

NIT and
the Physical World

Large-Scale Data
Management and Analysis

Trustworthy Systems and
Cybersecurity

Scalable Systems and
Networking

Software Creation and
Evolution

High Performance
Computing

<重要と考えられる事項>

- 物理的な世界の変換
 - **ヒューマン・サイバーフィジカルシステム** における、異種のデータストリームの処理、相互作用、協調
 - 自動的な動作
 - オープンアーキテクチャ
-
- データ収集・蓄積・管理に関する研究
 - データ解析に関する研究
 - 制御された効率的なデータ共有の仕組みの研究

NSF / CPSプログラム(2012~)の 個別プロジェクト予算規模

Breakthrough projects

CPSに関わる基盤となる科学技術、研究領域の現状を変える可能性を有する工学または技術といった、重要かつ先進的な技術を研究するためのプロジェクト。最大3年間で、合計\$750,000の予算。

Synergy projects

複数の学問分野の融合により、イノベーションを実現するための研究プロジェクト。予算は3~4年間で、合計\$750,001~\$2,000,000。

Frontiers projects

小規模なプロジェクトだけでは達成できない、CPSの実現に向けた重要課題を解決するための研究プロジェクト。予算は、4~5年間で合計\$1,200,000から\$10,000,000。

日本のIT融合の動き

～日本学術会議：「日本の展望－学術からの提言2010 情報分野の展望」～

日本の展望－学術からの提言 2010

報告

情報学分野の展望



平成22年（2010年）4月5日

日本学術会議

情報学委員会

<「礎」の学問としての情報学の課題>

- 超大規模、ダイナミックなシステムに対する問題解決の新たな手段の開発
- **サイバー物理システム実現のための情報学**
- データセントリック価値創出のための情報学
- その他の新たな研究課題

② サイバー物理システム実現のための情報学：

自動車、鉄道などの交通、エネルギー（電力など）、医療、環境、農業などの、社会活動の基盤となる社会システムは、その付加価値をソフトウェアとして具現する物理システムであるという共通点を持ち、したがって、**サイバー物理システム**と呼ぶことができる。このようなサイバー物理システムにおいては、その付加価値を具現化する戦略的方策が持続可能な社会を支えるための重要課題である。情報学としては、「価値創成」のための研究開発手法の提示や、実時間・実世界を対象にした巨大ソフトウェアの安全、高能率なシステム開発の手法や制度が重要である。

（「日本の展望－学術からの提言2010」からの抜粋）

第4期科学技術基本計画(情報通信分野の重点化)

第3期計画のポイント

- 今後5年間の情報通信分野の科学技術投資を行うべき3点の戦略理念(継続的イノベーションを具現化するための科学技術の研究開発基盤の実現、革新的IT技術による産業の持続的な発展の実現、すべての国民がITの恩恵を実感できる社会の実現)
- 重点7領域の設定(ネットワーク領域、デバイス・ディスプレイ等領域、セキュリティ・ソフトウェア領域、ユビキタス領域、ロボット領域、ヒューマンインターフェイス・コンテンツ領域、研究開発基盤領域)

第3期計画のフォローアップ

- 今後、世界的課題である少子高齢化問題をはじめ、環境問題や非常災害対策等を含む国際安全保障上の課題等の解決に向け、より高い視点から目標を設定した総合的取り組みが必要。
- 課題解決のため配慮すべき観点として、幅広い分野での情報通信技術の利活用専門家の育成や分野連携・融合の強化、新しい技術領域を拓く基礎・萌芽的研究に対する政府の取り組み強化、国際競争力につながる新たな研究開発の取り組み強化等。
- 「第4期基本計画で重視すべき新たな科学技術に関する検討」(平成21年3月文部科学省科学技術政策研究所)や、「i-Japan戦略2015」(平成21年7月IT戦略本部)においても、情報科学技術による経済社会全体の改革や基礎研究も含めた科学技術の総合的振興の必要性に言及。

現状認識

- 第3期科学技術基本計画が策定された平成18年以降、世界同時不況の発生にはじまり地球温暖化問題や環境問題、エネルギー資源枯渇の深刻化など、複雑かつ困難な状況が一層顕在化しており、これらの社会的問題の解決に向け情報科学技術への期待はますます増大。
- 第4期科学技術基本計画の対象時期となる2011年以降、このような課題の解決に向けて官民挙げて、社会・経済・文化・科学といったあらゆる観点から次世代の発展に向けた抜本的な構造の変革が必要。
- 科学技術分野を所管する文部科学省としては、交通、物流、エネルギー、環境、医療分野等におけるあらゆる社会活動の基盤となりつつある情報科学技術の潜在力をさらに集約、結集し、新しい時代の到来に対応した総合的な情報科学技術政策を講じることが必要。

重点化項目

様々な課題の解決や社会・生活基盤の構築に資する情報科学技術の研究開発の推進

- **様々な世界的・社会的課題の解決や新たな価値創出に資する情報科学技術**
社会システム全体の効率化を実現するソリューション指向型研究開発やサイバーフィジカルシステム等
- **低炭素社会の実現に資する革新的技術**
スピントロニクスやクラウドコンピューティング等の高度化による環境負荷の少ないシステム実現等
- **人間と調和し、文化などの発展・継承に資する情報科学技術**
コンテンツやインターフェイスの個人化技術、ユニバーサル情報科学技術、日本文化のアーカイブ化等
- **社会基盤としての情報通信システムの高信頼化、セキュリティ技術**
ディペンダブルな情報基盤構築、プライバシー技術、情報セキュリティ技術等

多様な分野の学術研究や産業競争力の基盤となる情報科学技術の研究開発の促進

- **e-サイエンスを支える最先端の研究情報基盤の構築技術、基盤の整備**
グリッド関連技術、学術情報ネットワークやコンテンツ等の整備充実・電子化、機関リポジトリの充実等
- **巨大集積情報の利活用のための技術**
大規模かつ大量の情報に対する高度・高速処理環境構築、セマンティクスに踏み込んだデータ処理アルゴリズム等

基礎研究の推進、人材の育成

- **最先端科学に不可欠なハイパフォーマンス・コンピューティング技術**
エクサフロップスクラスのハイパフォーマンス・コンピューティング技術、量子コンピュータ等
- **基礎研究の推進**
新しい技術領域を拓く萌芽的研究、新たな問題解決のための挑戦的研究への取組強化等
- **人材の育成**
国際レベルで活躍できる人材の育成、産学官連携による情報科学分野の高度な人材の育成等

社会的課題解決とIT融合事例14

応用領域	製品・サービス・事業名	実施主体
電力・エネルギー	スマートサイトシステム	清水建設
自動車・交通	EV専用情報通信システム	日産自動車
	自動運転システム	Google
農林・水産	スマーターフィッシュ	日本IBM
医療・健康	SOiNE	ダイキン工業
物流・流通	運航のモニタリング	日本郵船
環境	放射能監視ネットワーク	連邦環境自然保護原子力安全省
	花粉ライブ	NTTドコモ
防犯	犯罪情報ウェアハウス	米IBM
保安・監視	KOMTRAX	コマツ
防災	ゲリラ雷雨情報	ウェザーニューズ
	通行実績・通行止情報	ITS Japan
新領域(公共・流通)	モバイル空間統計	NTTドコモ
	次世代自動販売機	JR東日本ウォータービジネス

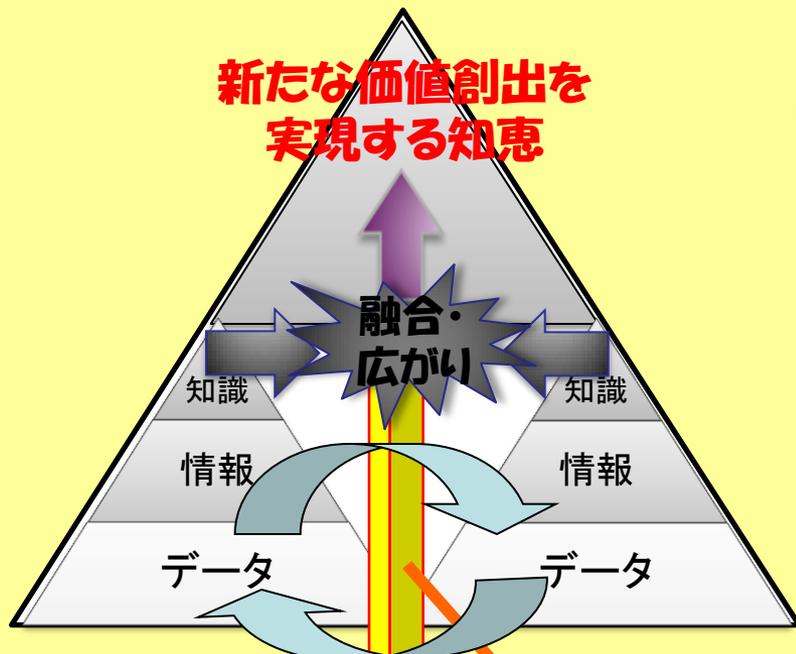
本報告のまとめ

～新たな価値創出を実現する今後の社会的課題整理～

- ・ モノ・人・組織、ロケーション、分野(産業)の壁を越え融合し、広がりのあるシステムを構築することが必要。
- ・ 社会経済事象、物理現象など統合的モデリングが求められる。
- ・ この実現が、新たな価値を創出し、社会的課題解決に役立つ。

新たな価値創出を
実現する知恵

新たな価値創出を実現する
サイバー・フィジカルシステム



データの
融合・広がり
を阻害する要因
となる
3つの課題

①データの 流通環境

- データ保有者が他者とデータを共有するプラットフォームがない
- 共有しようとするインセンティブがない

②データ活用 に対する規制

- 各種法・規制により、活用が困難なもの(であったもの)。
- 例えば、位置情報等の個人情報

③政府が有する 有益データの活用

- 価値のある各種データを政府が保有
- 民間事業への開放に期待

新たな価値創出を
阻む様々な壁が存在

- ・ モノ・ヒト・組織間の壁
- ・ ロケーションの壁
- ・ 分野(産業)の壁
- ・ …等

今後の課題

< 議論の視点 >

- (1) データの流通環境
- (2) データ活用に対する規制
- (3) 政府が有する有益データの活用

< 整理・検討されるべき事項 >

- ① 「新たな価値創出を阻む様々な壁」の詳細化
 - ・阻む様々な壁の抽出・整理。
 - ・壁を乗り越えるIT活用方法の検討、制度等の規制緩和。
- ② データ融合・広がりに関連する各種課題調査分析
 - ・データ融合・広がりに関する課題整理。
 - ・その課題解決に向けた実現性の検討。



ご清聴、ありがとうございます。

