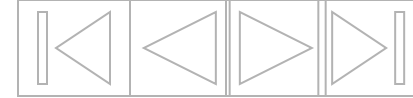


新しい社会を創る情報技術 サービス工学の方法論を中心として

Hideyuki Nakashima
Future University – Hakodate
公立はこだて未来大学
(元)産総研サイバーアシスト研究センター長
中島秀之



社会の変遷

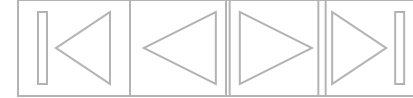
- 農耕社会
- 工業社会
- 情報社会
 - ハードウェア
 - ソフトウェア
 - コンテンツ
- 物語社会



我々は近未来都市の
情報環境にどのような
物語を描くのか

サービス工学のすゝめ

IBM: Service Science
Management and Engineering

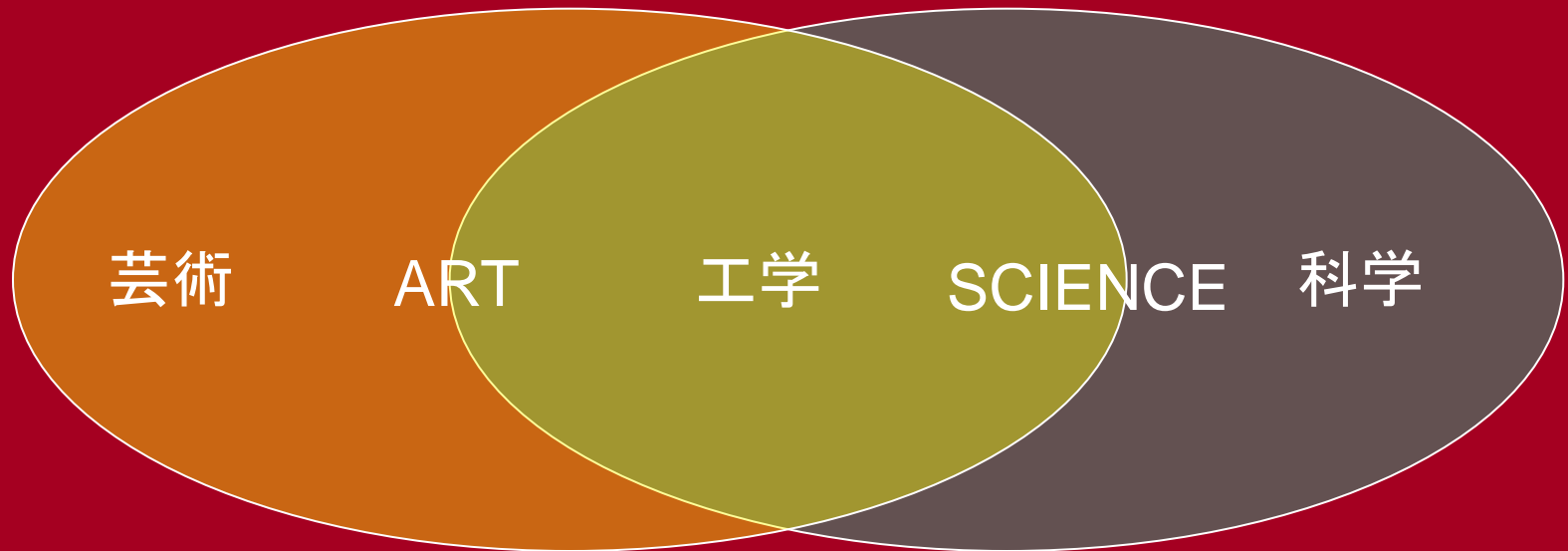


Service

1. a (他人に対する)奉仕.
b 役に立つこと, 有用, 助け.
c [通例複数形で] 尽力, 骨折り; 功劳, 功績, 勲功.
- 公共事業:
 - a (列車・バスなどの)便, 運行, 運転.
 - b (郵便・電信・電話などの)(公共)事業, 施設.
 - c (ガス・水道・電気などの)供給, 施設.
- [通例修飾語を伴って] (官庁などの)部門, 部局.
- a (陸・海・空軍の)軍務, 兵役.
b [通例 the ~] (陸・海・空)軍.
- a (ホテル・レストラン・店などの)サービス, 客扱い, 客への対応.
b (ホテルなどの)給仕, 注文伺い.
1. (商品に対する)(アフター)サービス, 点検修理, 保守点検
2. [通例複数形で] サービス(業) □生産に関係ない労務・便宜・娯楽などの提供
3. [通例修飾語を伴って] (食器・茶器などの)ひとそろい, 一式 [for].
4. [《米》では時に複数形で] 礼拝(の式), お勤め.
5. 奉公; 雇用, 使われること.
6. (テニスなどで)サーブ; サーブの仕方[球, 番]; サーブ権を有するゲーム.
7. 【法】(令状その他訴訟書類の)送達.
8. (動物の)種付け.

Science ? 工学 ?

- 工学はScienceの一部
 - science ←scientia=知識
 - art ←ars=わざ・(職人的な)技術





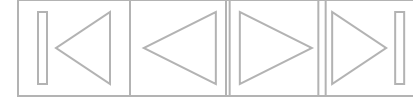
DESIGN

- Future is not to predict, but to invent

Alan Key

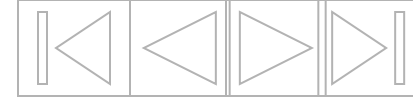
- Future is not to predict, but to *design*

H. Nakashima



情報の「処理」と「通信」

- 「処理」はコンピュータ
 - 人間とコンピュータの共創の可能性
 - Data miningなどにより新しい情報発掘
 - Computer Simulationによる研究
 - カオスの発見
 - 複雑系
 - 社会科学
- 「通信」の両側は人間
 - The Internet connects human to human



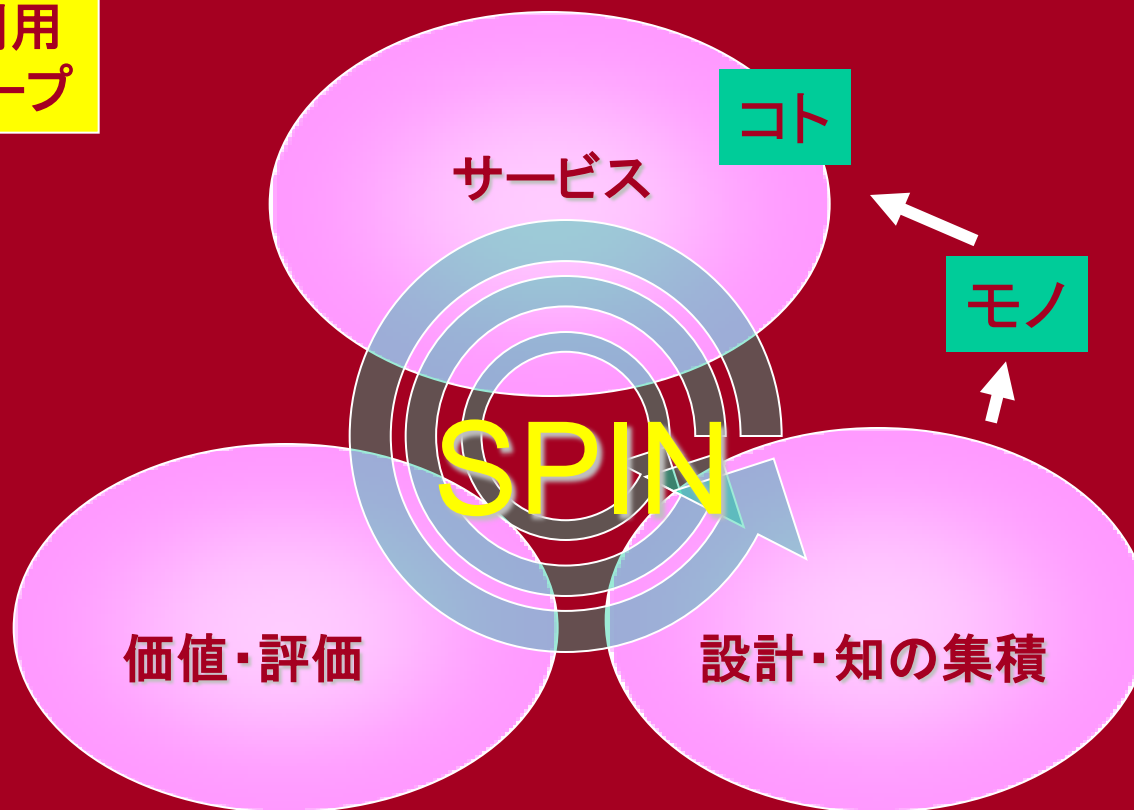
二層構造の社会を目指して

- 論理層：Virtuality
 - － わかりやすい情報提示
 - 検索エンジンが代表例
 - データマイニング
 - － 個人中心の世界(状況依存性)
 - 「今, ここで, 私に」
 - Here, Now, Me

- 物理層：Globality
 - － インターネットが代表例 (The Internet)
 - － 時間と距離を越える技術 (To eliminate time and distance)
 - 「いつもで, どこでも, 誰でも」
 - WWW=Whenever, Wherever, Whoever

SPIN: SPiral model for Innovator Nippon

創造・更新・利用
を繰り返すループ





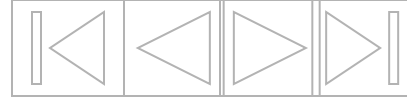
作る・使う・作り直す

- 情報処理では一つの行為の別の側面？

The three phases might be inseparable in IT.

- 物理的製品では違うフェーズ

The three phases are carried out separately for usual physical products.



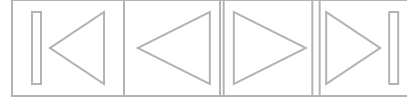
「コト」と「モノ」 — ちょっとだけ哲学

- コト (process)
 - 主体を含むプロセス
 - ソフトウェア
 - 日本的世界観
 - 木村敏「時間と自己」
 - The agent is within the process
 - Base for Japanese conception of the world
- モノ (object)
 - 客観的対象物
 - ハードウェア
 - 西欧的世界観
 - The agent is detached from the object
 - Base for “Western” conception of the world



Ubiquitous Computing

- コンピューティング(計算能力)がユビキタス
 - 物理的にはCPUの遍在
 - 論理的には情報処理の遍在
- 「八百万の神」に近い概念
- Mark Weiser@Xerox PARCが1990年頃提唱
 - <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/UbiHome.html>
 - calm technology とも
 - Oxygen (MIT)
 - disappearing computer(欧州)
 - 最近はambient intelligence
 - unawarable computers(私☺)

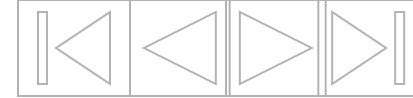


Ubiquitous Computingの目標

NOT:「いつでもどこでも」インターネットに接続できること

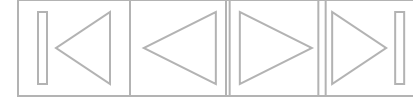
BUT:コンピュータが実世界に出てくること

- システムと人間が状況を共有することによって、人間の支援をすること
- 必要な情報へのユニバーサルアクセスを目指す
- インターネット常時接続やセンサネットワークは手段



ユビキタス情報処理社会の御利益は？

簡	簡単・便利な社会	知的単純労働からの解放 生活行為の自動化 混雑解消 いつでもどこでも仕事
健	安全・安心・健全な社会 Dependability	盗難予防 健康管理 事故防止 プライバシー保護
良	より高みへ	科学, 芸術 娯楽 教育
絆	人と人の和	会議・議論支援 経験のシェア・伝承(スローテクノロジー)

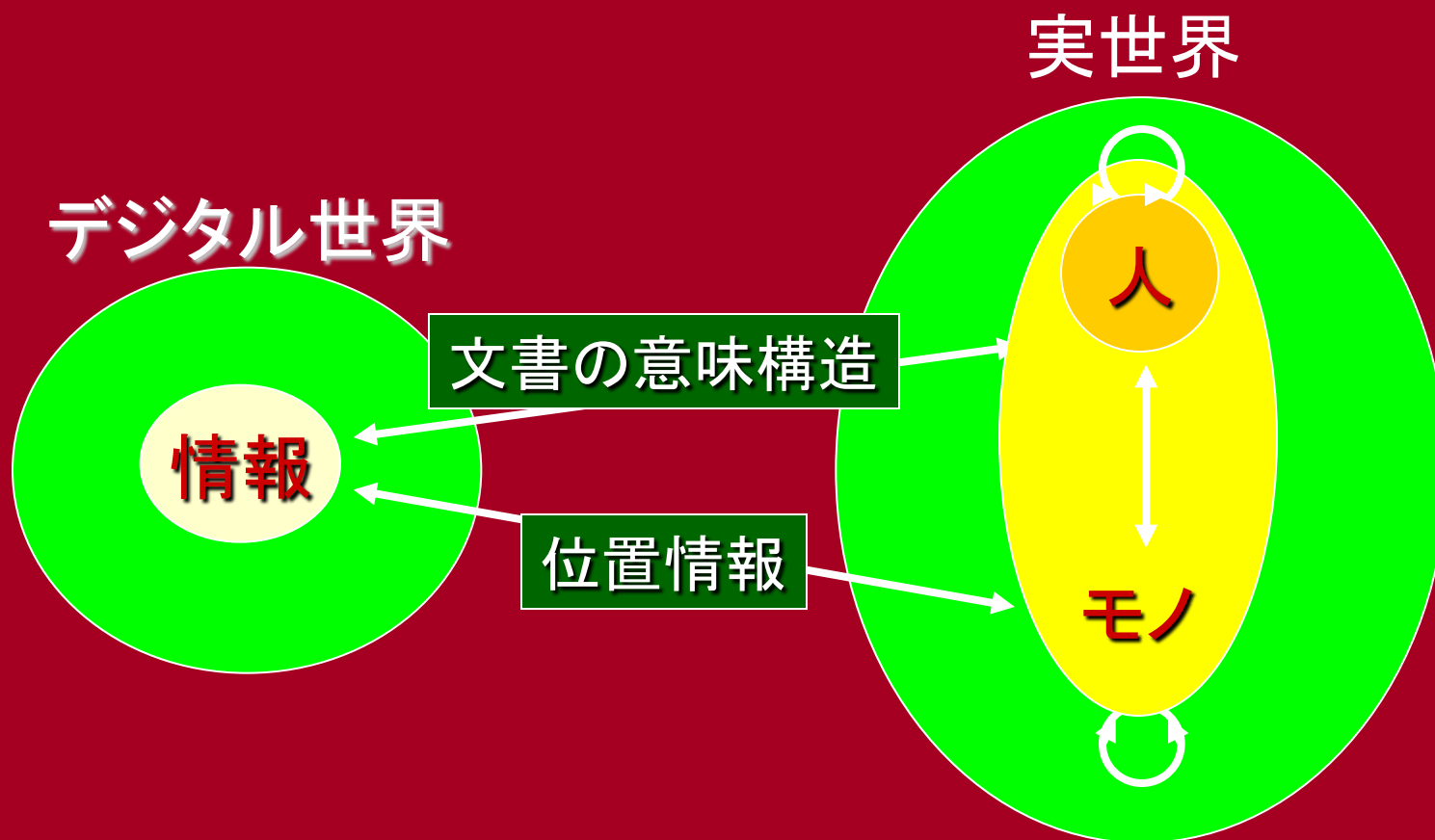


サイバーアシスト

- 「いつでも」「どこでも」「誰でも」情報にアクセスできるサイバー空間*を**前提**として
 - Virtualな情報空間の構築
- 「今」「ここで」「私に」アシストできるということを目**標**
 - 人と人の絆
 - 新しい社会機構

*サイバー＝デジタル＋リアル

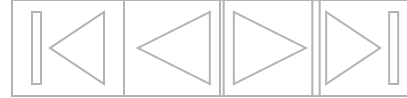
サイバーアシスト研究センターの目標： 今、ここで、私が欲しいサービス提供のための デジタル世界と実世界の融合





「サイバーアシスト」の歴史

- 1998/3 知的社会基盤工学技術調査研究報告書
- 1999/3 ユーザビリティ研究会報告書「サイバーアシスト」
- 2001/2 第1回サイバーアシスト国際シンポジウム開催
- 2001/4 産総研サイバーアシスト研究センター(CARC)設立(2004/7まで)
- 2001/4 情報処理学会知的都市基盤研究グループ設立(2003/3まで)
- 2001/9 サイバーアシストコンソーシアム設立
- 2002/10 第2回サイバーアシスト国際シンポジウム開催
- 2003/4 情報処理学会ユビキタスコンピューティングシステム研究会設立
- 2003/4 ベンチャー:(有)サイバーアシスト・ワン設立
- 2004/7 CARCが産総研の他の研究部門と合体し情報処理研究部門設立
- 2004/11 第3回サイバーアシスト国際シンポジウム開催
- 2005/10 第4回サイバーアシスト(国内)シンポジウム



主張

- 情報処理技術は社会の仕組みを根本から変える能力を持っている
- 現在行なわれている情報化は、以前の社会の仕組みをそのままに、その一部をコンピュータやネットワークで置き換えたにすぎない
- 情報処理の可能性を十分に使っていない
- 新しい社会の仕組みそのものを提案する必要
 - 情報アーキテクト

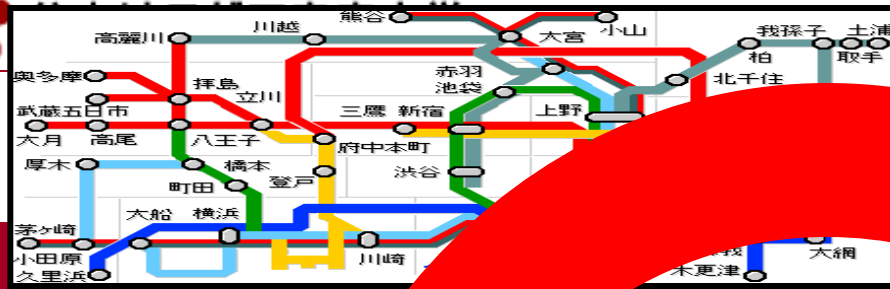


Good Old Days

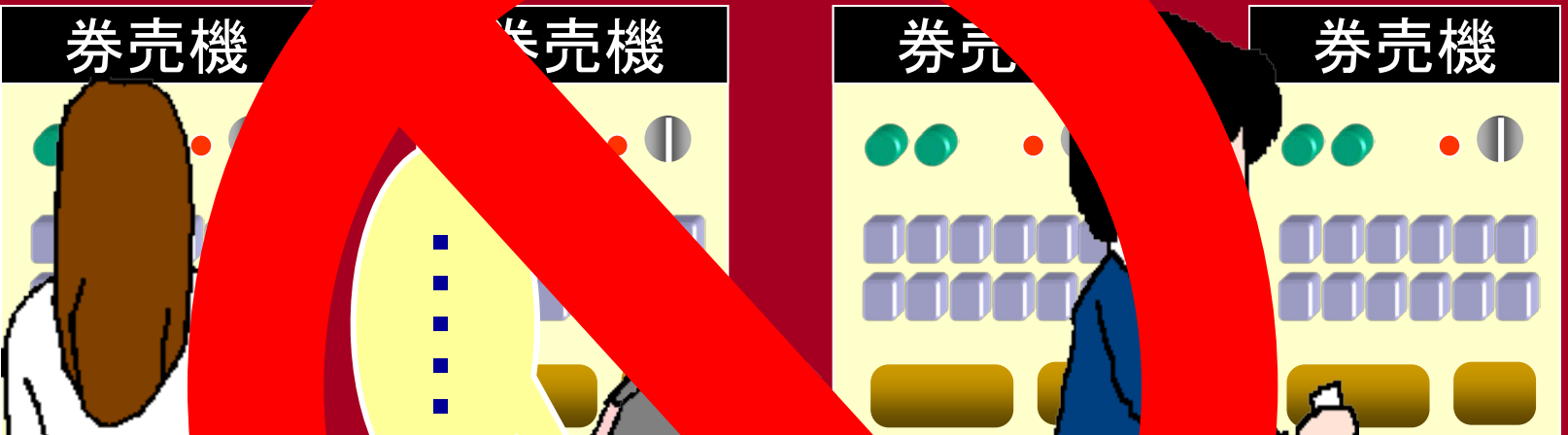
TICKET

Take the next train.
Change to A line at
B station.
The fare is YY yen.

I want to go to XX
station.



●●●●	120	※●●●※	120	●●●●	120	※●●●※	120
△△△	340	△■△■	340	△△△	340	△■△■	340
××××	560	×○×	560	××××	560	×○×	560
□□□□	780	○□□□	780	○□□□	780	○□□□	780
▲×▲×▲	900	▲▲▲▲	900	▲▲▲▲	900	▲×▲×▲	900
◎	210	□□□	210	□□□	210	□◎□◎	210
※※※※	400	※※※※	400	※※※※	400	■※■	400



Wrong Use of
"IT"

正しい情報支援

IR communicator

RF tag

Position sensor

Connection to Internet

My-button

次の列車は右
手の階段を上
がった2番線
から発車しま
す

Time table server

Seat reservation system

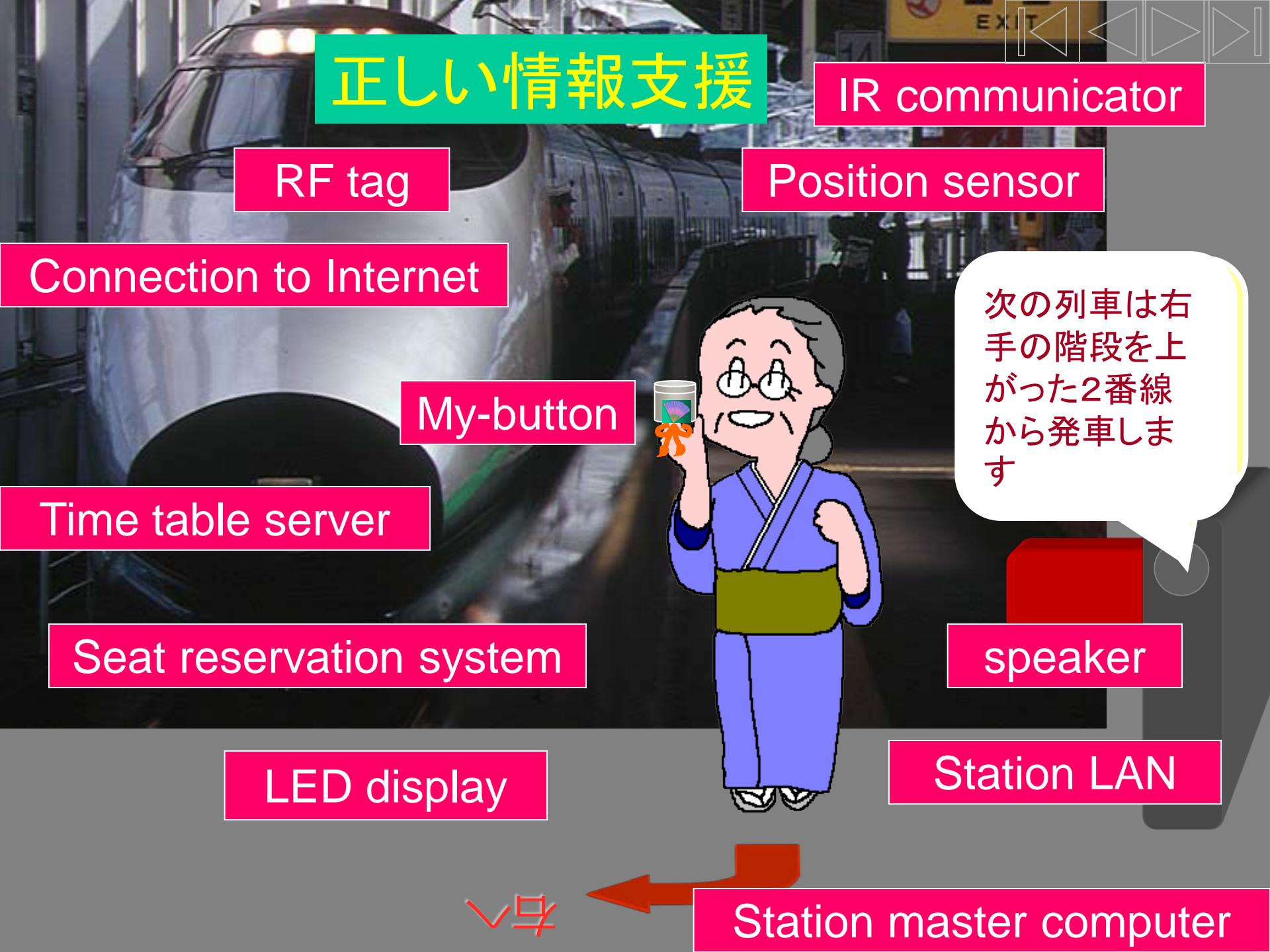
speaker

LED display

Station LAN

Station master computer

左



社会応用

マルチエージェントシミュレーションによるIT社会応用

Societal Application of Multiagent Simulation

- 経済現象 (economy)
- レスキュー (rescue)
- フルデマンドバス (bus-on-call)
- 協調カーナビ (cooperative car navigation)

→ 右図はIEEE Internet Computing vol.9, no.6に掲載された(私を含む)マルチエージェント研究者によるロードマップ記事

Editors: Michael N. Huhns • huhns@sc.edu
Munindar P. Singh • singh@ncsu.edu



Research Directions for Service-Oriented Multiagent Systems

Today's service-oriented systems realize many ideas from the research conducted a decade or so ago in multiagent systems. Because these two fields are so deeply connected, further advances in multiagent systems could feed into tomorrow's successful service-oriented computing approaches. This article describes a 15-year roadmap for service-oriented multiagent system research.

We've already seen service-oriented computing (SOC) take hold in cross-enterprise business settings, such as the use of FedEx and UPS shipping services in e-commerce transactions; the aggregation of hotel, car rental, and airline services by Expedia and Orbitz; or book-rating services for libraries, consumers, and bookstores. Given the widespread interest in and deployment of Web services and service-oriented architectures that are occurring in industry, the scope of SOC in business settings will expand substantially. However, the emphasis has been on the execution of individual services and not on the more important problems of how services are selected and how they can collaborate to provide higher levels of functionality. Fortunately, four major trends in computing are addressing this problem:

- Online ontologies are enabling meaning and understanding, arguably the last frontier for computing, to be captured and shared in more refined ways – via the Semantic Web initiative, for example, with the development of languages and representations for marking up heterogeneous content. In an alternative approach, shared representations are emerging from the works of [millions of] independent content developers. These ontologies will form models for numerous real-world entities and systems, as well as for the meanings of documents and content.
- Ubiquitous computing, consisting of widespread embedded processing with local awareness, is making huge strides in global deployment. Most of the world's objects with distinct identities and exhibiting state or behavior will likely soon have processors or RFID tags. The processors themselves consider only narrow domains of intelligence – a door, for example, could have a processor that knows whether it's currently locked and under what

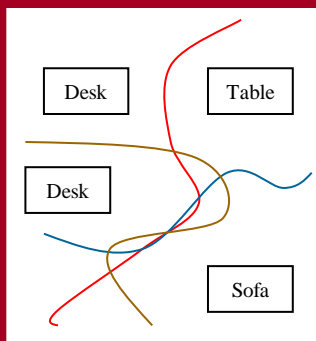
Service-Oriented Computing Track

Michael N. Huhns,
Munindar P. Singh,
Mark Burstein, Keith Decker,
Edmund Durfee, Tim Finin,
Les Gasser,
Hrishikesh Goradia,
Nick Jennings,
Kiran Lakkaraju,
Hideyuki Nakashima,
H. Van Dyke Parunak,
Jeffrey S. Rosenschein,
Alicia Rovinsky,
Gita Sukthankar,
Sanarth Swarup,
Katie Sycara, Milind Tambe,
Tom Wagner,
and Laura Zavala
MAS Research Roadmap Project

IEEE INTERNET COMPUTING
1089-7801/06/020000 © 2005 IEEE
Published by the IEEE Computer Society
NOVEMBER • DECEMBER 2005
65

群ユーザ支援(1) 動的資源割当

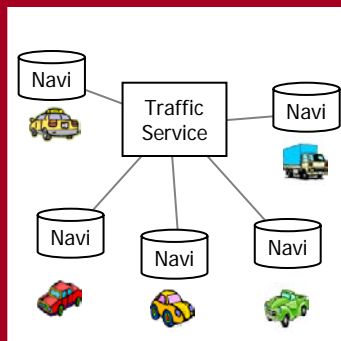
- 社会・都市の資源(施設利用, 道路通行, 移動体)を, リアルタイムにユーザ群へ割り当て
- 社会システム全体の効率向上
- ユーザの利便性の向上



オフィス設計
建物内誘導



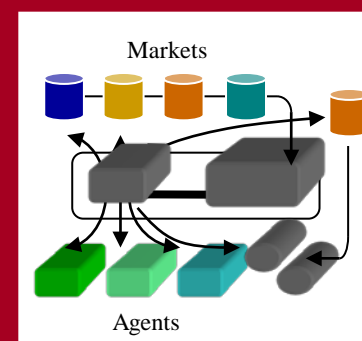
施設利用調整



車両・人ナビ



交通広域
システム制御



経済活動・
地球環境

対象システム粒度

← 細

粗 →



群ユーザ支援(2)意志決定支援

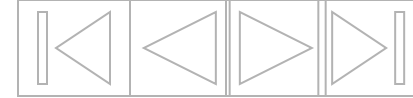
- ユーザ群での意志決定を支援するサービス
- 「譲り合い」の電子的実現を通じた市民の間の合意形成

1. 集団討論システム

多数の市民がユビキタスネットワークを用いて直接討論 → 直接民主制の電子的実現

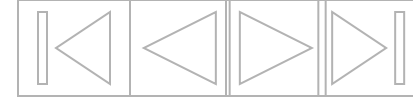
2. コミュニティナビゲーション

例えば社員旅行のように、ユーザ群が集団として行動する際の迅速・正確な意志決定を支援



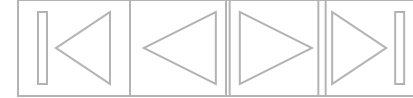
例1: 大域カーナビゲーション

- 個々のカーナビ
 - 現在位置
 - 目標位置
- カーナビがネットワーク接続することにより
- 大域的な最適経路を計算することが可能



交通流制御

- 信号制御
- 上下車線動的変更
- 過去のデータ+シミュレーションによる未来予測からのフィードバック
→産総研タイムマシンプロジェクト



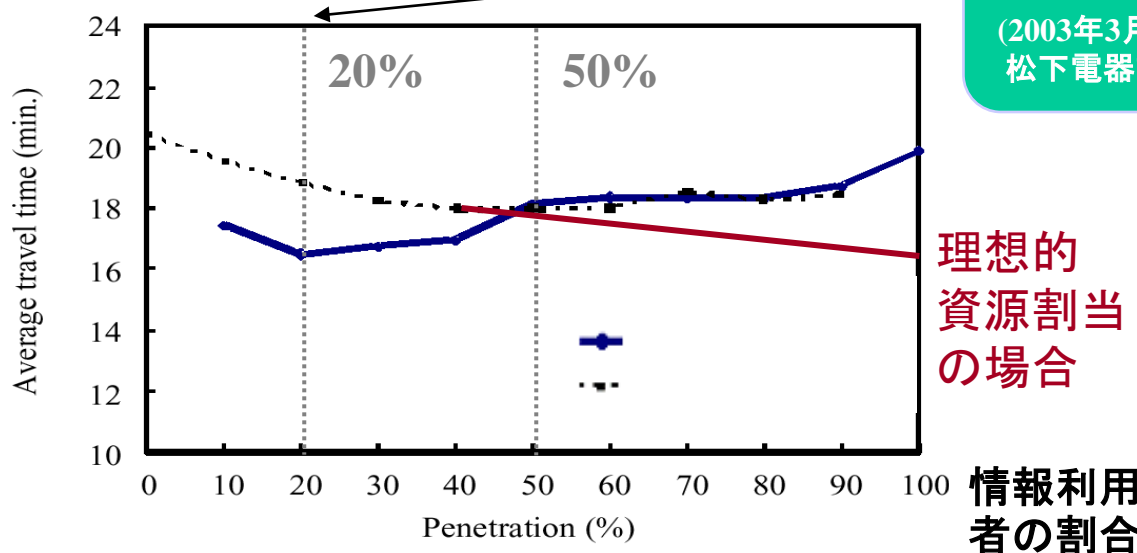
同時に考えておかなければならない問題

- 現在位置や目的位置は個人情報
 - IDが特定できない形での情報交換が必要
- 個々の車にとっては必ずしも最短でない経路が要求される場合がある
 - 埋め合わせが必要
- 解決策
 - マルチエージェント技術
 - 匿名オークション
 - ネゴシエーション



単純な情報提供の問題点：単に混雑情報を配信し、各エージェントが独立に経路プランニングを行った場合の平均移動時間の変化

平均移動時間(分)



現在のカーナビ普及率 20%
(2003年3月末 松下電器調べ)

豊田市全域を対象
車両発生台数22万台 (6時間)

“広域交通流シミュレータNETSTREAM”,
棚橋巖ら
R&D Review of Toyota CRDL Vol. 37 No. 2,
2002 より

理想的資源割当の場合

情報利用者の割合

•情報利用者が20%以上
利用者の増加に伴い
平均移動時間が増加

空いている経路へ集中
(輻輳の同期)が原因

•情報利用者が50%以上
利用者と非利用者の
平均移動時間に差がない



動的資源割当の必要性

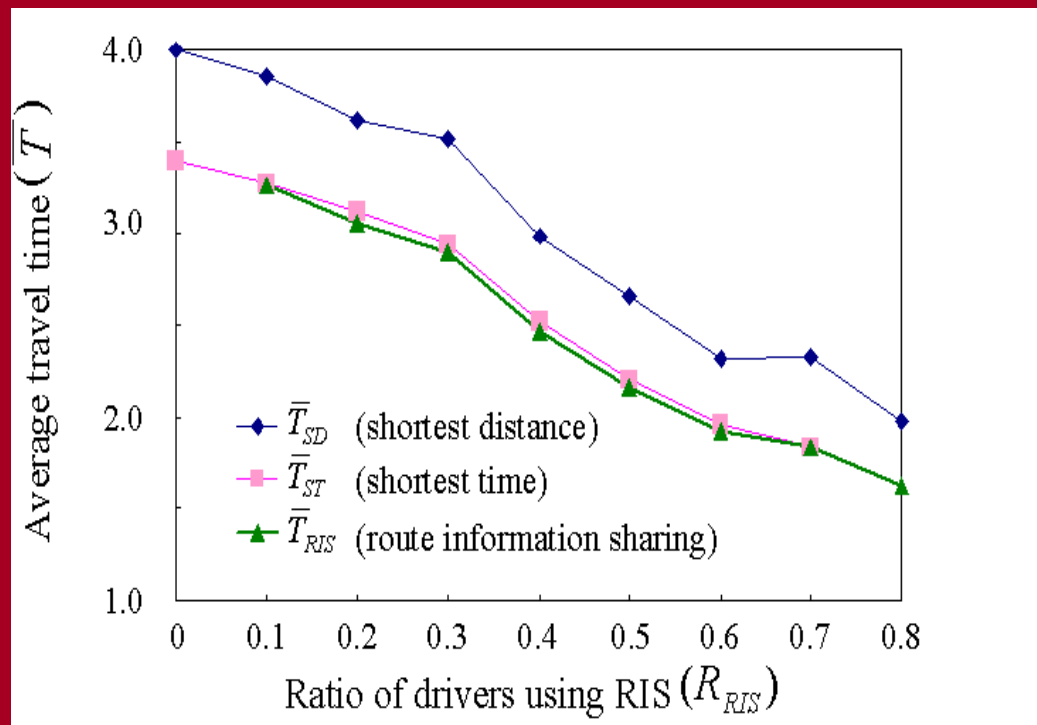
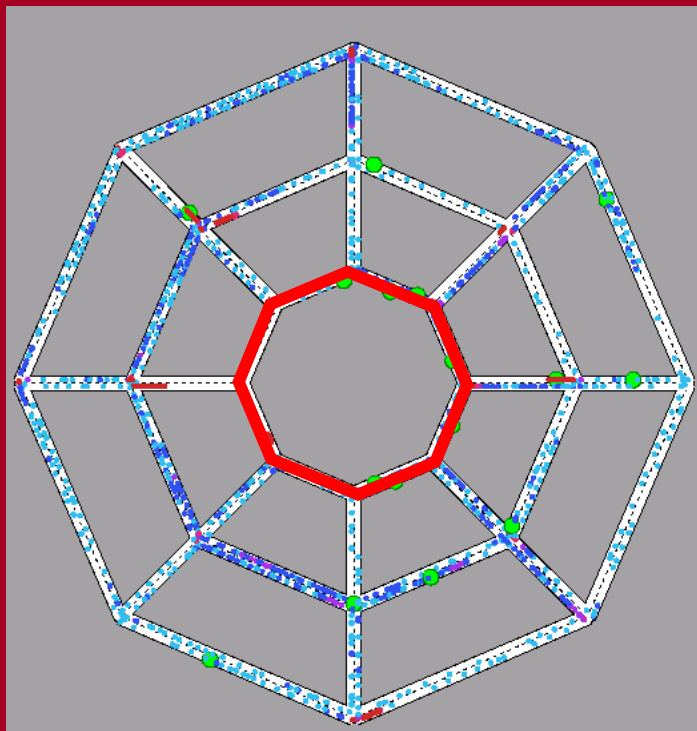


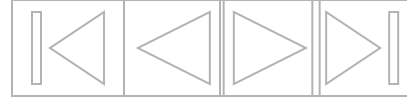
協調カーナビの有効性のシミュレーションによる検証

1. SD: 最短距離 カーナビなし
 - Shortest Distance Route
 - 地図のみ
2. ST: 最短時間 VICS カーナビ
 - Shortest Time Route
 - 交差点毎に経路を再計算
3. RIS: 経路情報共有 協調カーナビ
 - Route Information Sharing
 - 車載通信機器により経路情報を共有
 - 交差点毎に経路を再計算

平均移動時間のシミュレーション：放射環状

協調カーナビの装着により皆が得をする





例2:フルデマンドバス

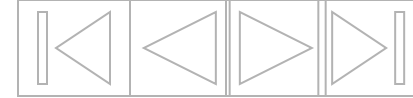
- ダイヤ(や路線)を全く固定せず, 乗客の要求に応じて呼び出しがあった地点から目的地まで自在に運行する形態のバスサービス
- 固定路線を走っていて呼び出しに応じて回り道をする通常のデマンドバスとは異なる
- 現在フルデマンドバスが運行されているのは高知県中村市のみ



高知県中村市の例

- 人口3万程度の小都市
- 市の端から端までバスで10分程度の距離
- 電話予約を基本とするフルデマンドバス
- 中村市バスは利用者が少なく赤字
- フルデマンドバス化によって赤字が減少
- しかしながら黒字にはほど遠い状況
- 高知市でもフルデマンドバスの実験が行なわれたが失敗

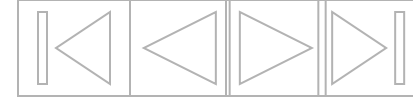




前提となる情報環境

- 条件

- 乗客が現在位置をバス(あるいはセンター)に知らせる手段
- 乗客が目的地をバス(あるいはセンター)に知らせる手段
- バスの到着予定時刻を乗客に知らせる手段
- 乗客の選択(バスを待つか他の交通手段にするか)を知らせる手段
- 乗車を確認する手段

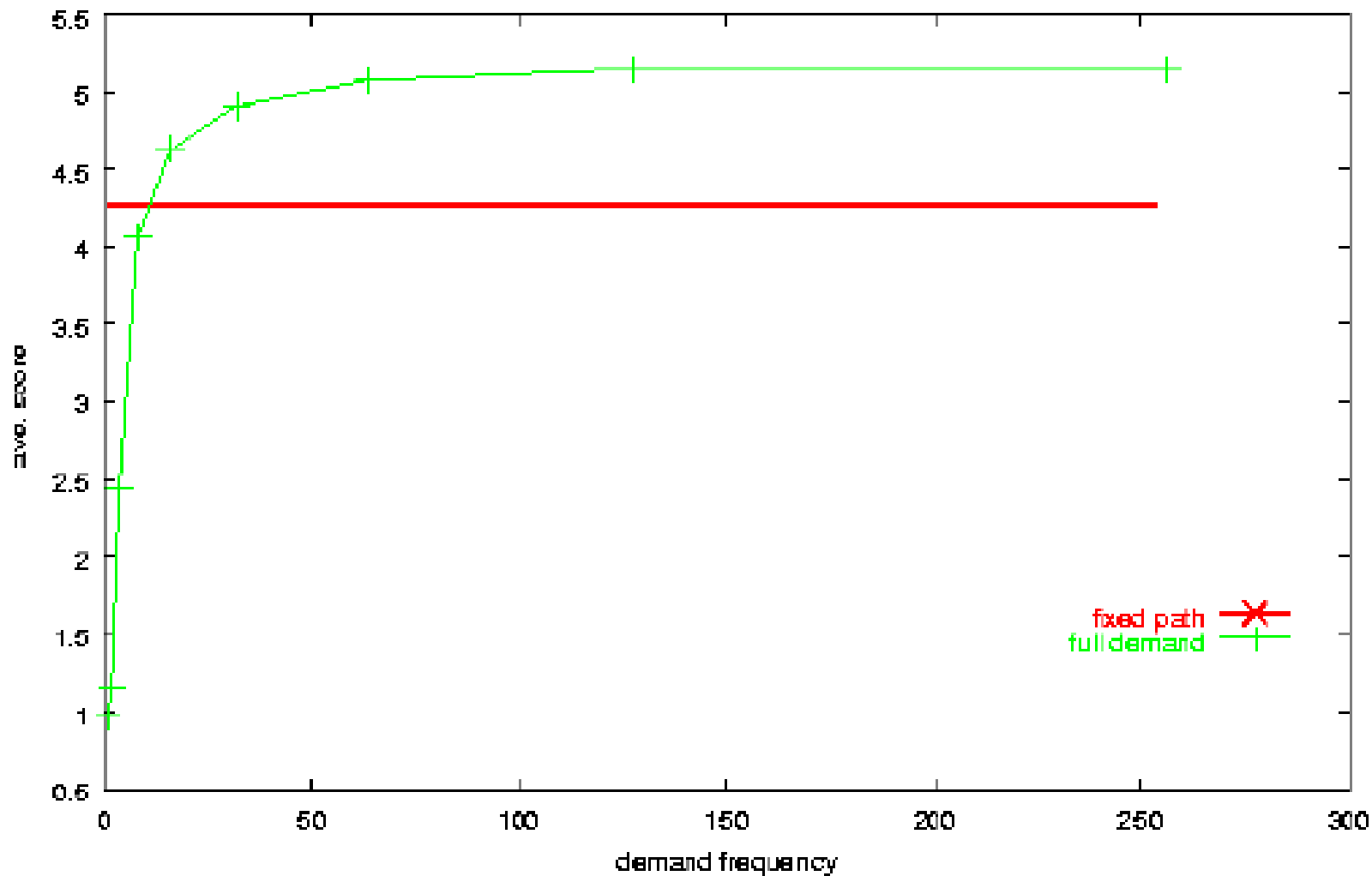


シミュレーション結果

- バス1台あたりの平均乗客数一定
 - 需要の増大に従ってバスを増便
- デマンドの増大に伴い乗客の平均待ち時間減少
 - フルデマンド方式の優位性が高くなる
- ある程度の乗客数が見込める大都市においてこそフルデマンドバス方式が有利



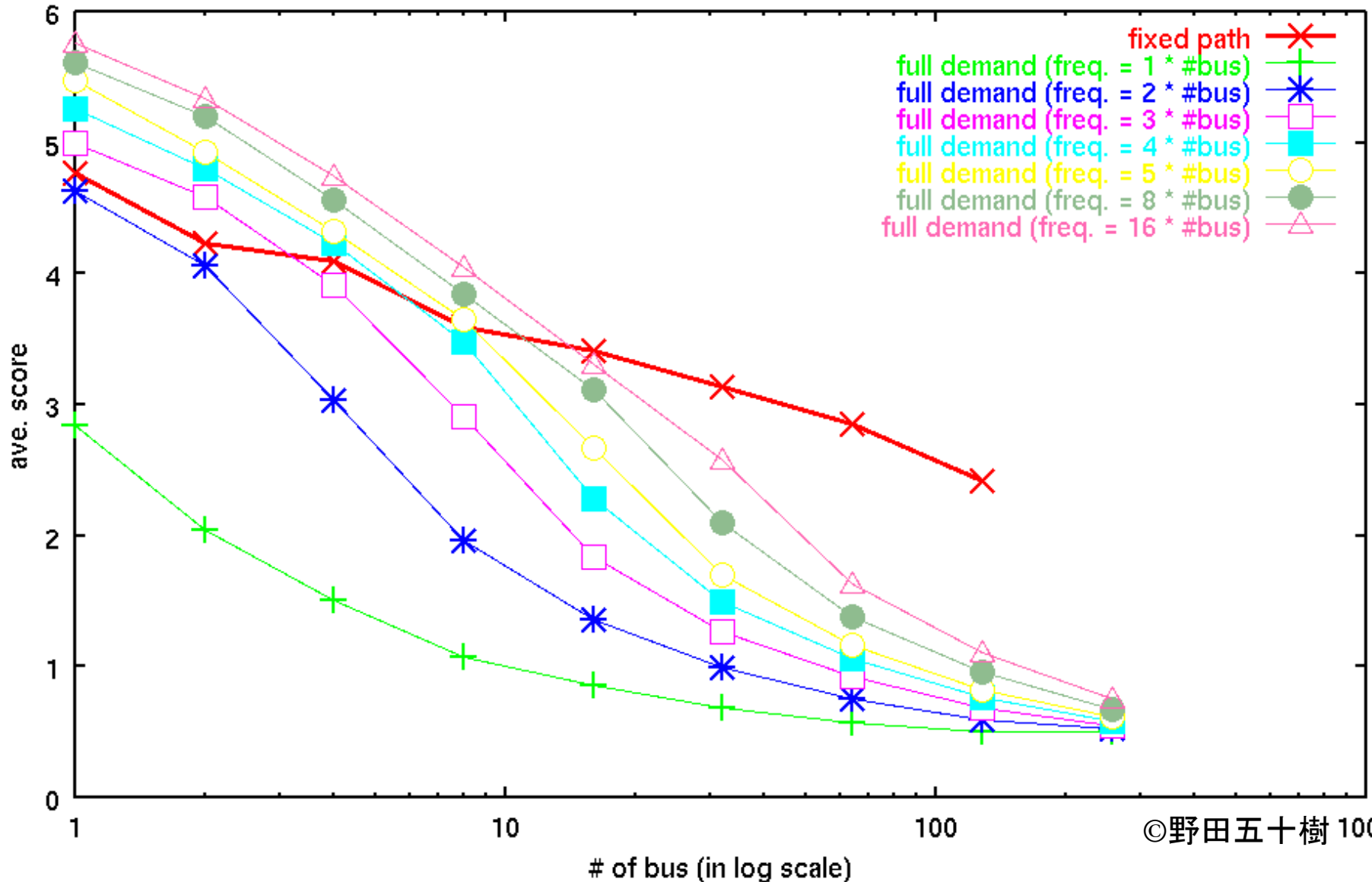
シミュレーション結果1:バス台数固定 平均待ち時間/デマンド数

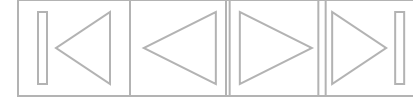


シミュレーション結果2: 乗客数固定

平均待ち時間 / デマンド数

Changes of Ave. Score by # of Bus and Demand Frequency





フルデマンドバスの有効性

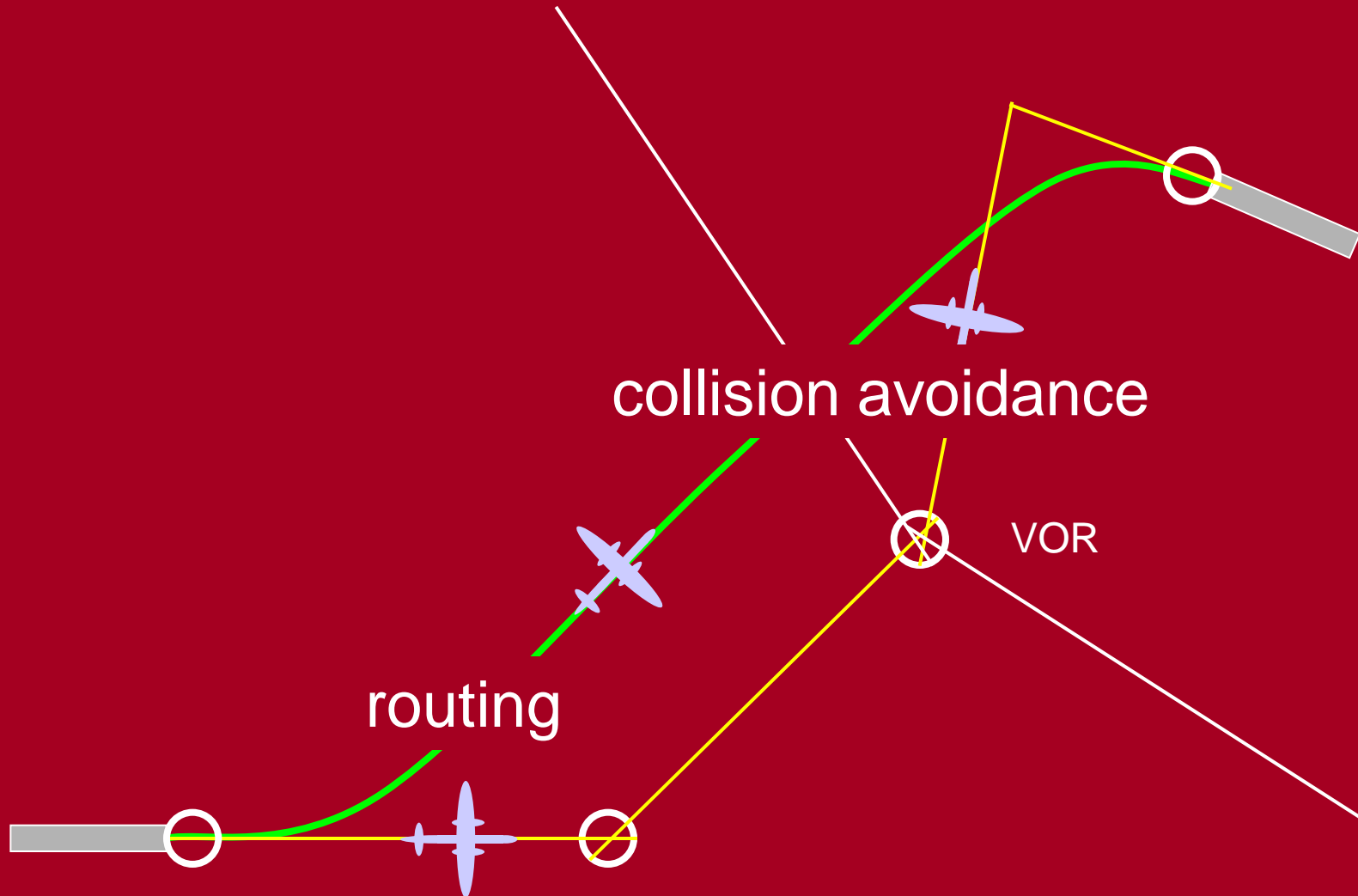
- タクシーとバスの中間に位置するサービス
 - 利便性：タクシー＞フルデマンドバス＞通常バス
 - 料金：通常バス＞フルデマンドバス＞タクシー
- 京都のような観光都市がその規模と性格においてフルデマンドバスサービスに適合
- ベッドタウンのような、朝夕の通勤交通（駅への一極集中）が主となる都市でも有効性を確認

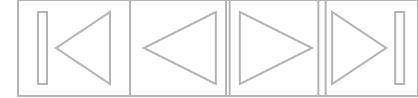


例3: 航空管制への応用も

- 利点
 - 航空機の空中衝突事故の減少
 - 単位時間に離着陸できる航空機数の増加
- 条件
 - 航空機間の優先度を考慮した衝突回避
 - 空港まで誘導
 - 指示伝達のコンピュータ化

Free Flight





例4：行政への応用

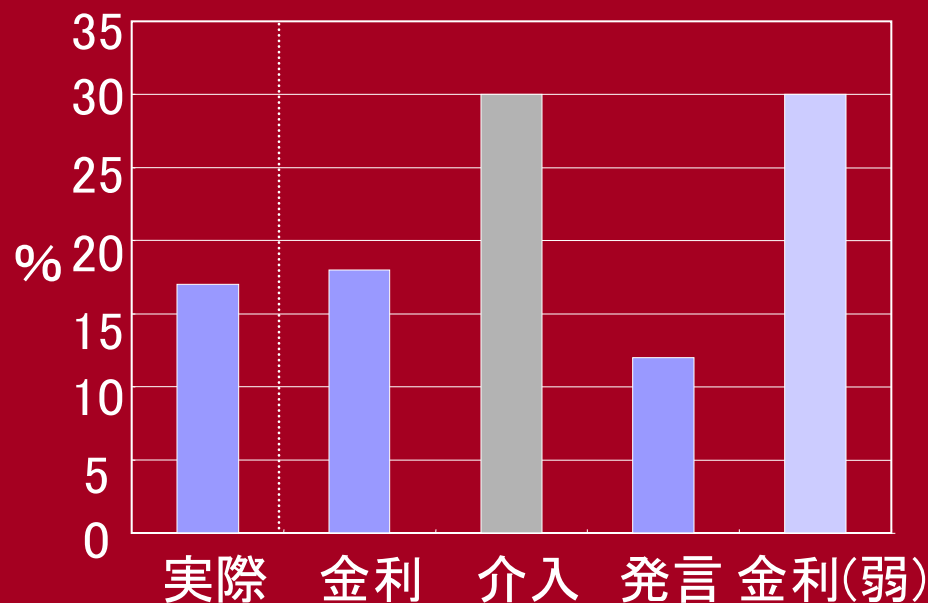
- 行政文書の意味検索
- 経済政策支援
 - 経済現象は複雑系
 - マルチエージェントシミュレーションによる経済政策決定支援ツール



政策意思決定へのマルチエージェントシミュレーション応用

- 1998年当局はどう動けば良かったか:
 - 大規模な介入
 - 小規模の金利操作

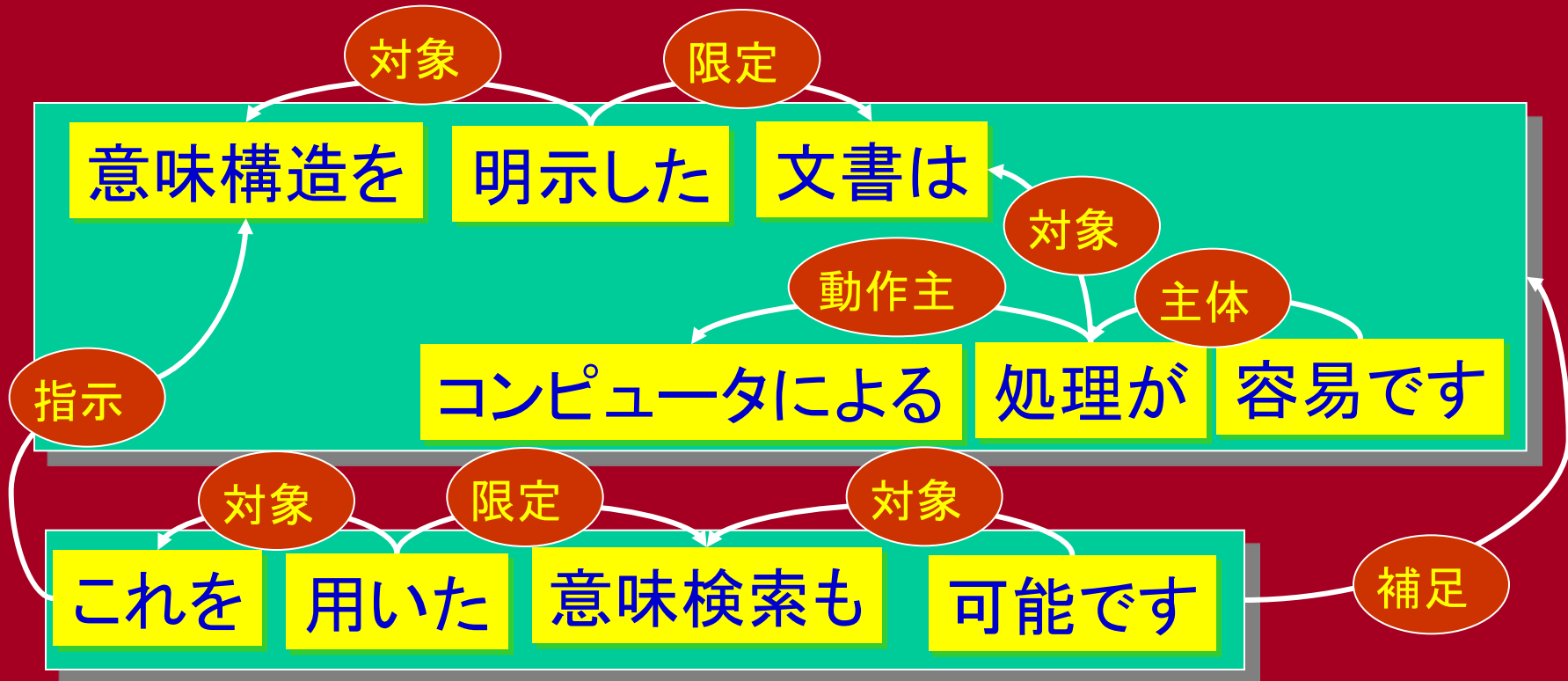
各シナリオに
おける安定
グループの割合



セマンティックコンピューティング

意味構造の明示による意味の共有

- コンピュータと人間が意味を共有
- 広義のSemantic Web



ユビキタス情報サービス

情報家電

エージェント
デバイス

電子政府

ITS

ネットワーク
ロボット

翻訳

人事管理

プロジェクト管理

ビヘイビア
マイニング

空間推論

要約

動的資源割当

会計処理

意味検索

セマンティックサービス

プランニング

セマンティック
オーサリング

可能世界
シミュレーション

対話

音声認識

画像理解

セマンティック
Webサービス

セマンティックプラットフォーム

マルチエージェント
アーキテクチャ

オントロジー

意味的
アノテーション

ユビキタス情報プラットフォーム

アドホック
無線通信

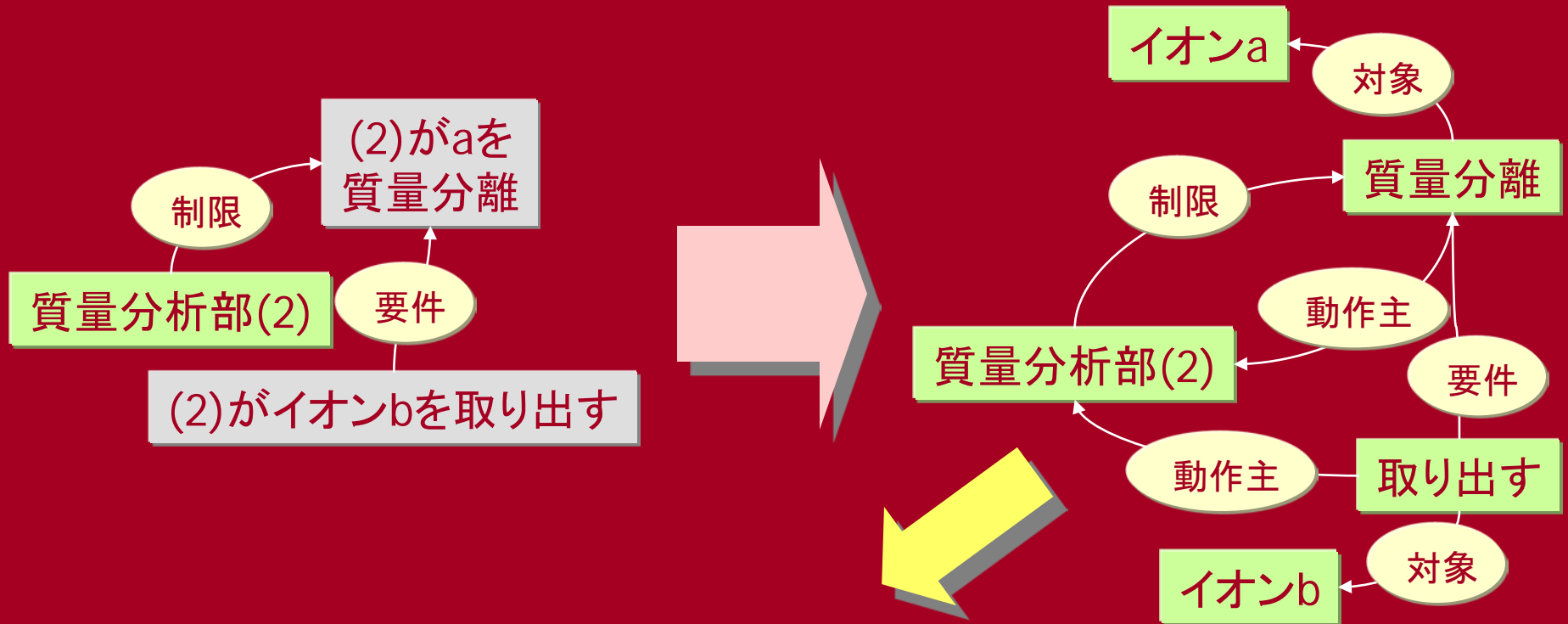
グリッド

センサネット

プライバシー

セキュリティ

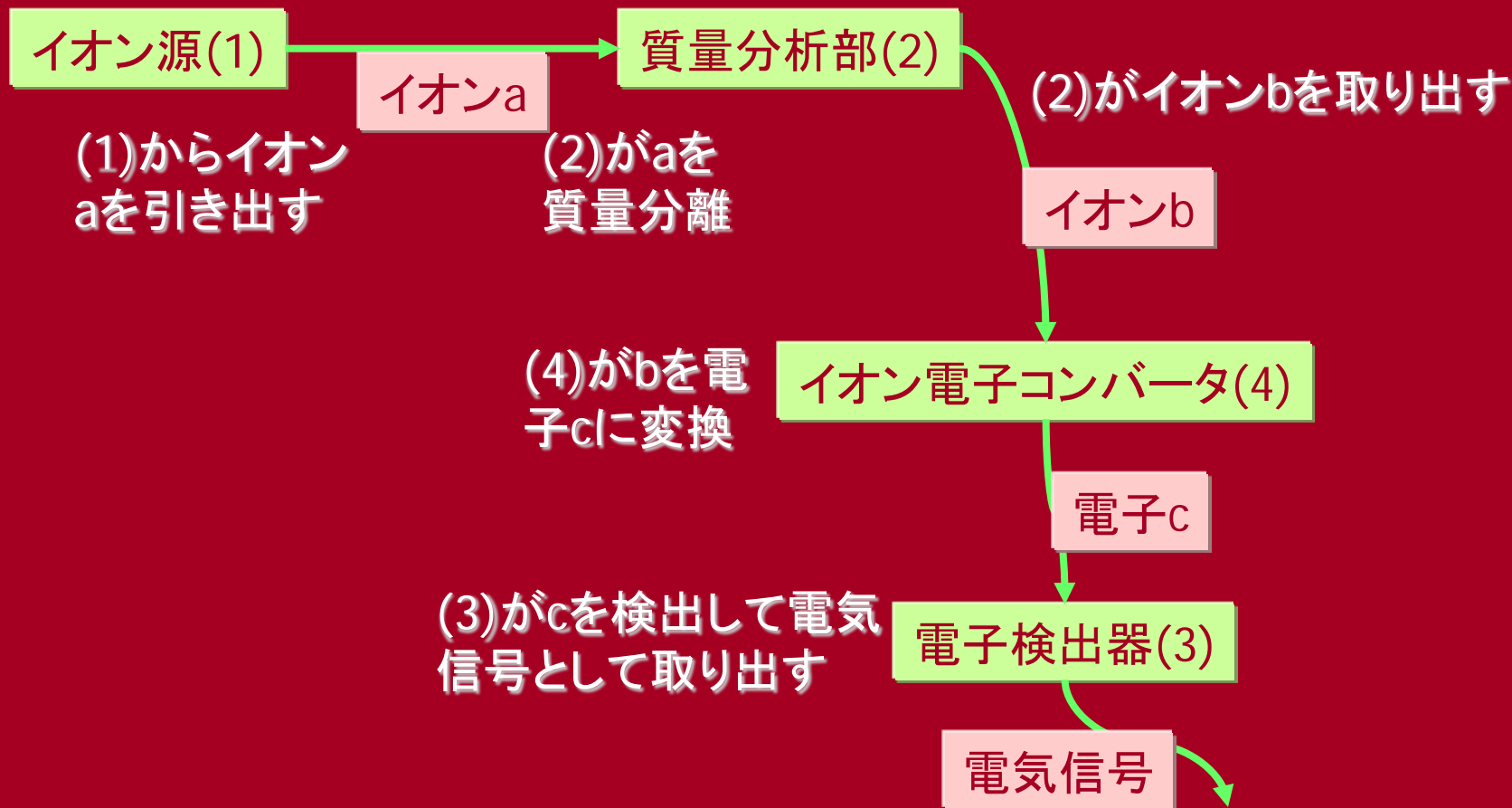
特許(自然言語処理による解析・詳細化)



高精度の検索、要約、言い換え、翻訳



特許 (フローチャートの自動生成)



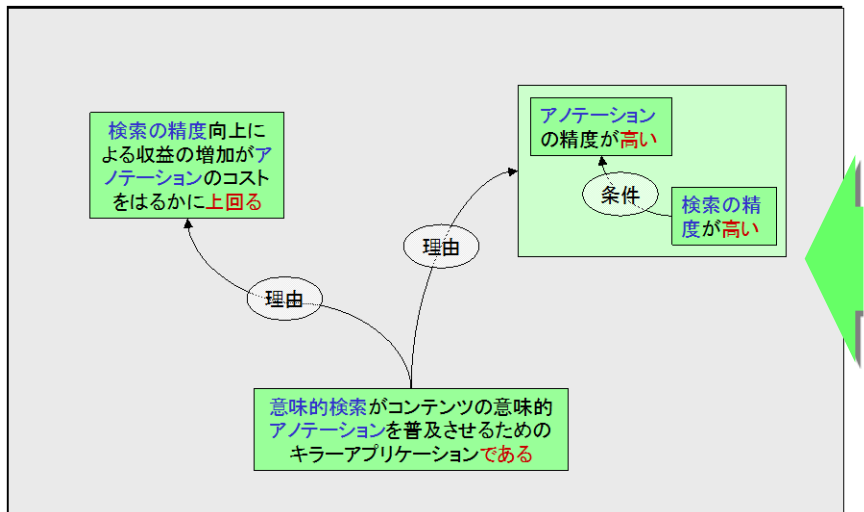
セマンティックオーサリングに基づく文章作成

発想支援による文章の品質向上(八木下他 '98)

- 見落としが少ない
- 考えが深まる

作業の負荷軽減

- 順序に縛られないコンテンツ作成
- 自動文章生成



自動的対応

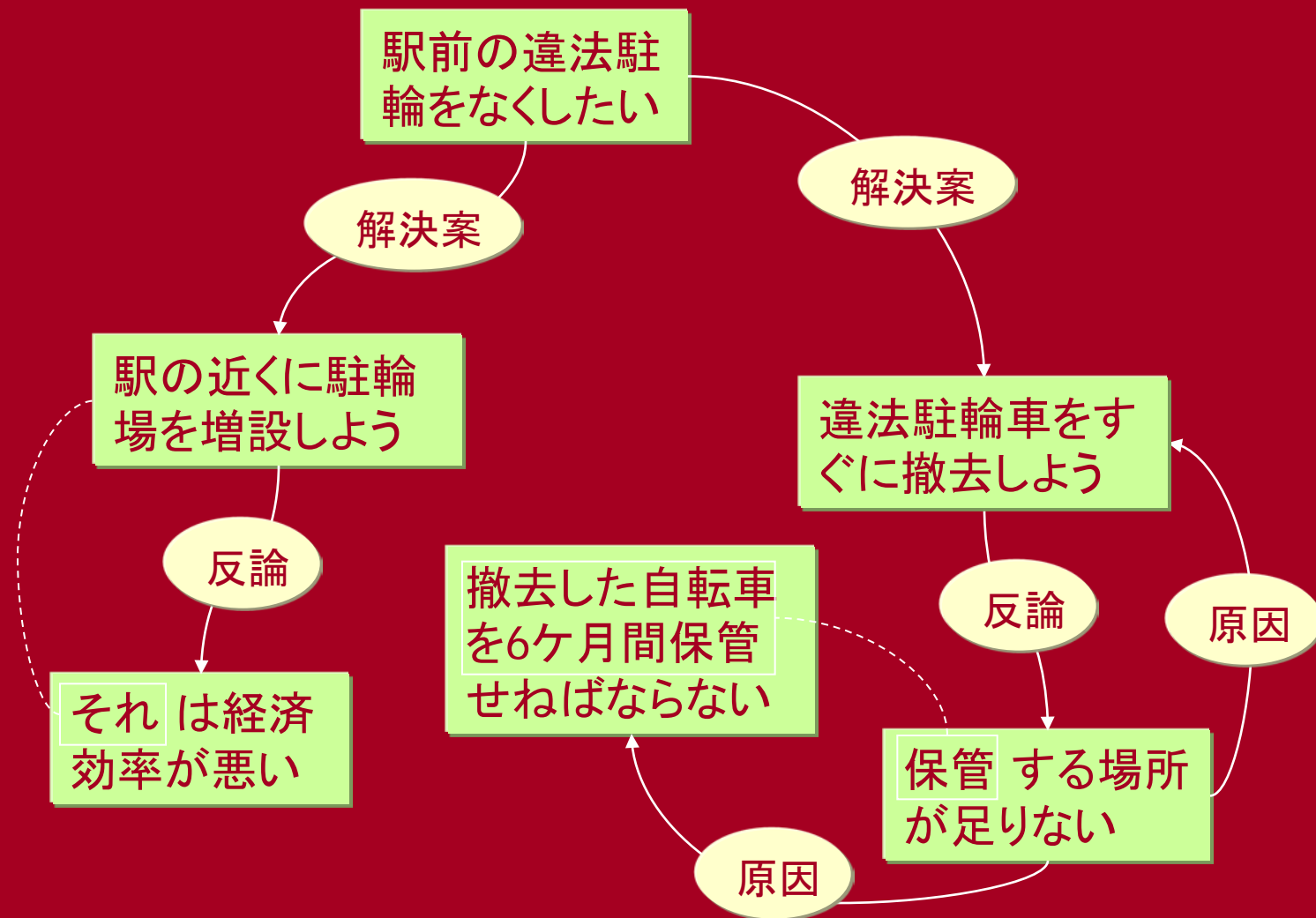
段落

コンテンツの意味的アノテーションの精度が高ければ意味的検索の精度が高い。

また、検索の精度向上による収益の増加はアノテーションのコストをはるかに上回る。

したがって、検索はアノテーションを普及させるためのキラーアプリケーションである。

グループウェアによる議論の支援

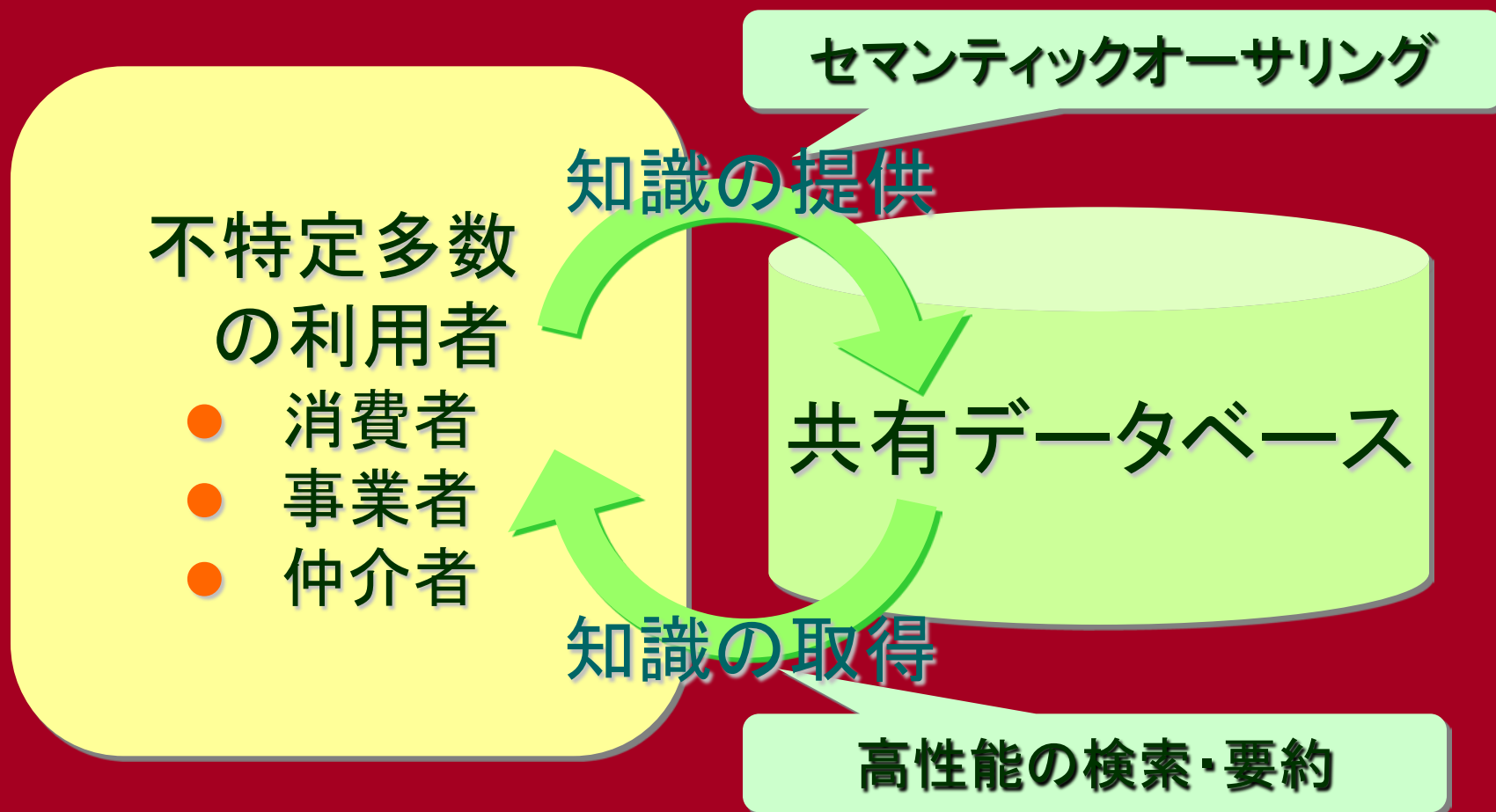


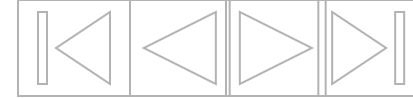


意味構造に基づく情報検索

- 検索の困難: 検索質問と検索対象の間の表現上の差異を埋める推論
- 意味構造に基づくインタラクティブ検索
 - 意味ネットワーク間の近似照合
 - 質問改訂(類義語拡張等)のヒント
- 意味構造の精度 → 検索の性能
 - 半自動的意味構造化の普及

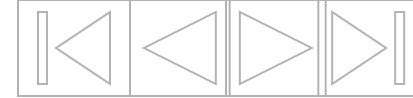
知識循環





研究における知識循環

- 研究と発表と評価の融合
 - － 知識のターンアラウンドを高速化
- 研究者と生活者の間の知識循環
 - － 「欠如モデル」からの脱却
- 異分野間の知識移転
 - － バイオインフォマティクス、etc.
- 内容分析、談話分析



政策討論システム

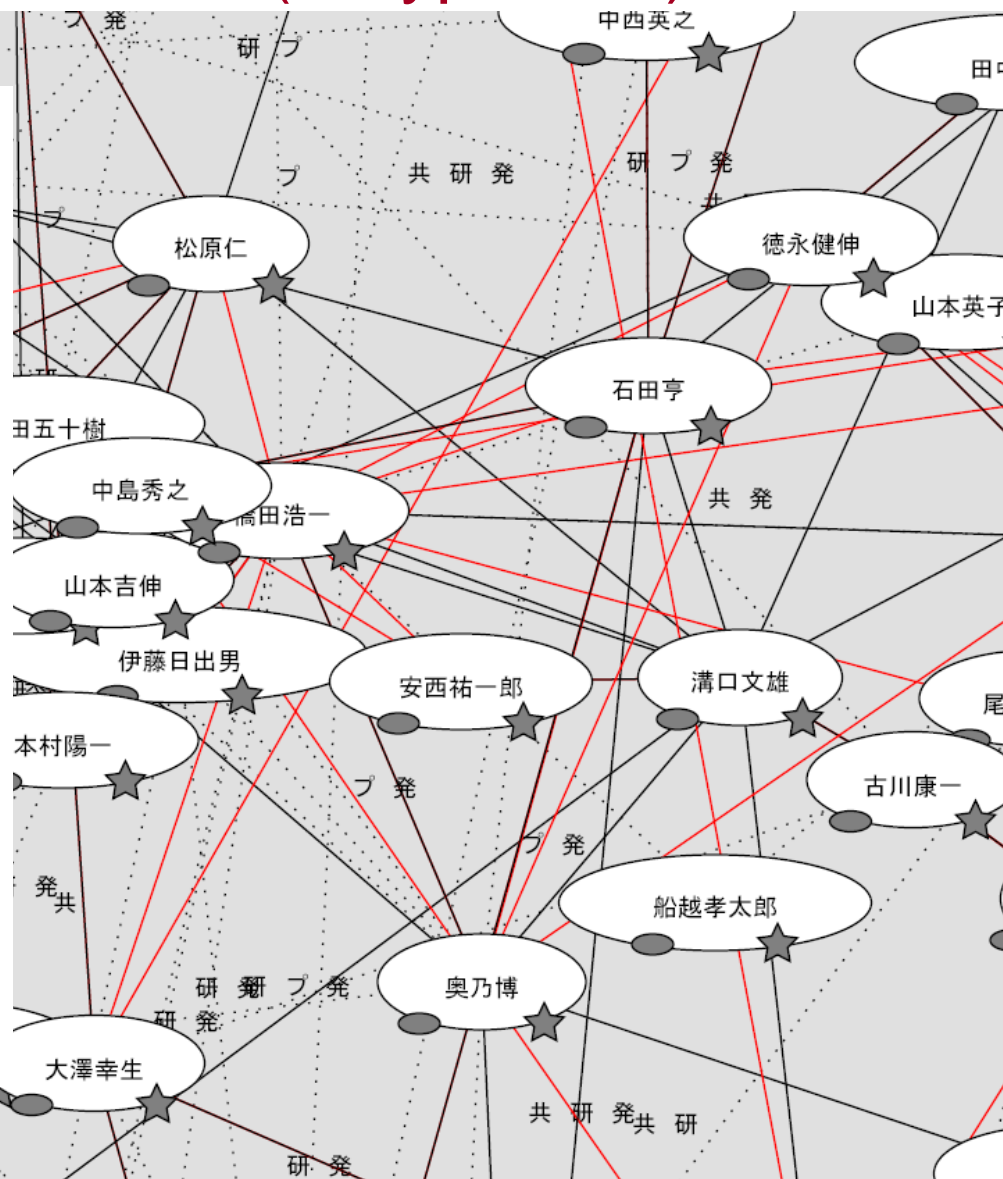
- 多くの社会組織は階層型木構造
 - 各階層が比較的小数の人間から構成
- 情報処理技術利用による平板化
 - インターネット上で適切に設計された議論支援システム
 - 論点整理や要約の作成, 議事録の作成と検索などが(半)自動
 - 自動翻訳
 - 世界規模での議論も可能?

人間関係に応じた情報支援(Polyphonet)

相対的に近くにいる人との
社会的関係が重要
ユーザの文脈としての人間
関係

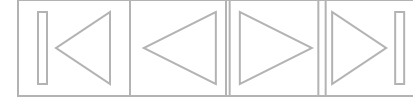
研究者間の協働関係を
Webからマイニング
社会的関係を明示的に書く
のは困難

人間関係を考慮した出会い
支援、位置情報通知
サービスへの応用を予定



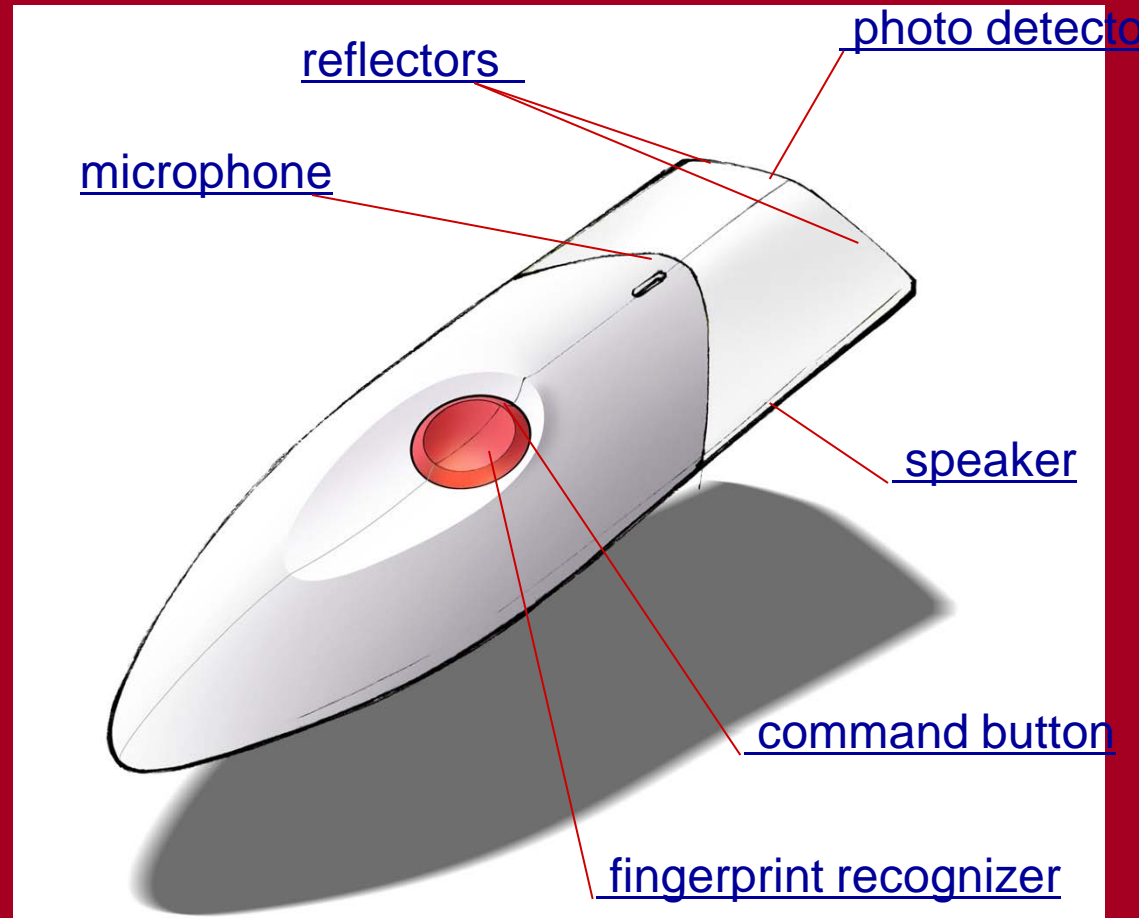
マイボタン

(登録商標 *Aimulet*)



究極のインタフェースとしてのマイボタンのデザイン

- 単純なインタフェース
 - 1ボタン
 - 音声コマンド
- 知的個人エージェントを内蔵
 - 今、ここで、私がほしいサービスを
 - 状況を共有
- 無線LAN通信はオプション





情報家電実証実験：
音声と統合リモコンの併用で操作

Aimulet™ V1: Tobiot™ (CoBIT)

- Compact Battery-less Information Terminal
- Terminal: solar cell + reflector + earphone
- Tobiot is a trademark of Cyber Assist One Inc.



愛地球博への応用

- 様々なデバイス(PDA, パソコン, 携帯電話, スピーカ, ディスプレイ)に対応。
- 来場者へ音声・文字・画像コンテンツを配信
- 来場者の現在位置に関連するコンテンツが自動的に配信される。
- 来場者への道案内(ナビゲーション)
- 来場者は使用する言語や内容を選択可能
- 来場者は氏名・住所等を登録する必要がなく、プライバシー保護に配慮



これは10万年前の当時は
深海だった
場所での
植物の
化石です。

日本語を希望



Please
turn left
at the next
corner.

英語を希望



この化石は
大昔の大変
珍しい植物の
ものです。

ゆっくりと話す, または
大きな文字での説明を希望

エレベータに
行くには右へ
曲がってください。



Aimulet GH (左) / LA (右)

- Aimulet LA (右)は無料配布



Show & Walk by Laurie Anderson

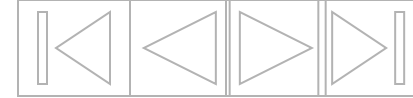


議論



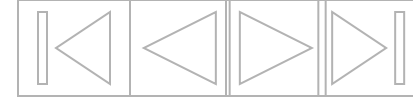
IT導入のための諸問題

- 失敗提案例：駐車場の案内システム
 - － カーナビに連動して最寄りの空き駐車場を案内
 - － 駐車スペースをあらかじめ予約してしまうという案もあるが
 - － 駐車場側は却下
- 便利なサービスが必ずしも利益に直結していないため実現されない



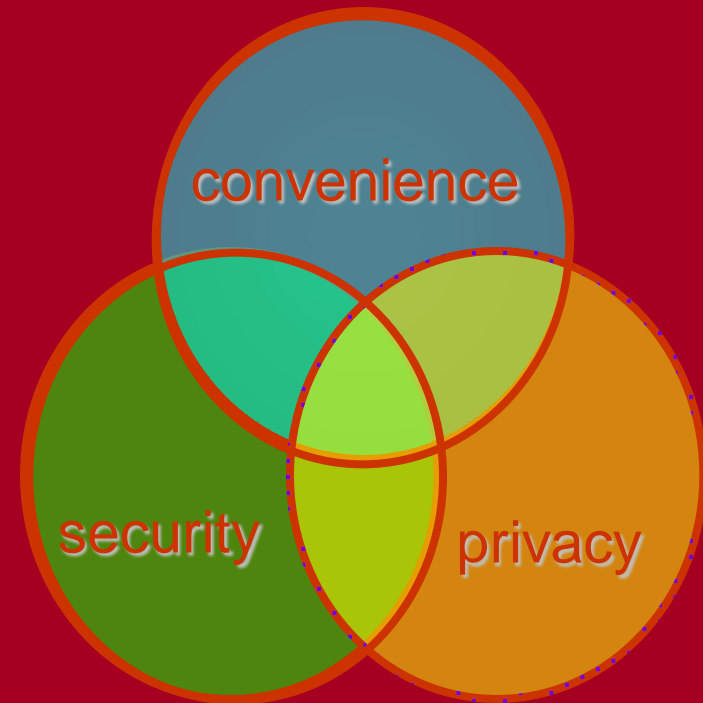
IT導入のための諸問題2

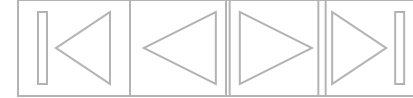
- 情報処理の導入による作業の効率化
 - 浮いた時間が余暇に振り向けられるのではなく
 - 個人の労働強化と余剰人員の削減
 - 経済原理に従うと自然な帰結であるが...
- 技術が提供できるのはより多くの選択肢
- そこから何を選ぶかは社会全体の問題
 - 社会のデザイン
 - 情報アーキテクト



利便性・安全性・個人情報保護の問題

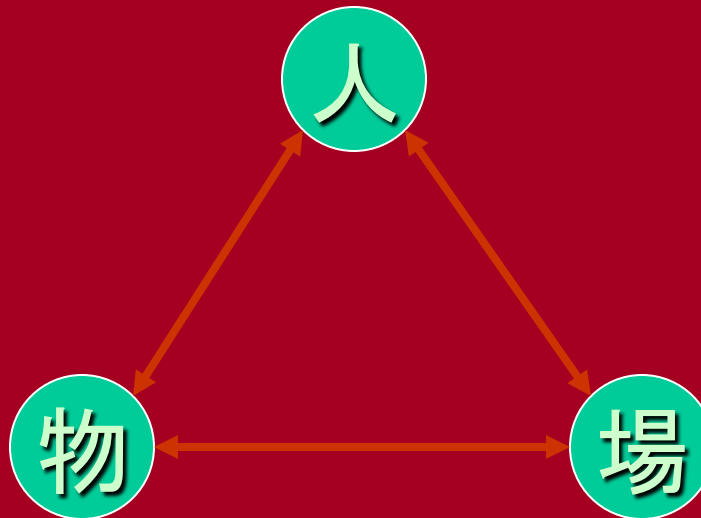
- 三者は同時に成立しない
- 例
 - ファイアウォールを導入すると安全になるが不便
 - 個人認証を強化すると安全になるが個人情報漏洩が心配
 - 匿名性を高めると犯罪の可能性が増える

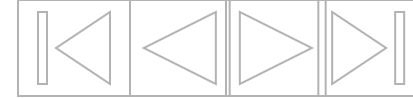




IDタグの話題

- 人間のトレーサビリティ...問題
- 物のトレーサビリティ...OK?
- しかし、データマイニングによる人と物の関連付けが可能





From Cybernetics to Symbiosis

- ヒトとコンピュータの共創により
 - 健全な社会
 - 良質な生活
 - 人と人の絆
- より高みへ
 - 人間
 - デザイン, 創造性, 物語
 - 情報技術
 - 大域情報の管理
 - ディペンダビリティ
 - 情報提示



Acknowledgment

- SPIN
 - 独立行政法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター「電子情報通信系俯瞰ワークショップⅡ」報告書
- 簡・健・良・絆：味の素(株)のキーワード
- 協調カーナビ：車谷浩一，山下倫央
- デマンドバス：野田五十樹，篠田孝祐
- セマンティックコンピューティング：橋田浩一
- Polyphonet：松尾豊
- Aimulet：サイバーアシスト研究センター