

自動運転社会と標準の重要性

法政大学社会学部 准教授
糸久 正人 (ITOHISA, Masato)

2019年5月8日 (金) @東京大学
itohisa@hosei.ac.jp

自動車産業の大変革期

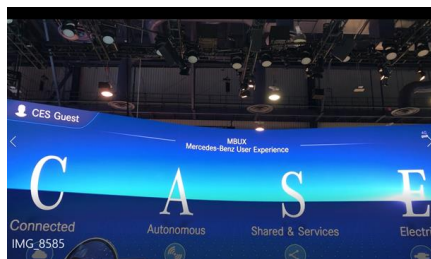
CASE

C: Connected

A: Autonomous

S: Shared & Services

E: Electric Vehicle



Daimler CEO Dieter Zetsche "CASE has the power to transform the industry" @ Paris Motor Show (October 2016)

CASEに関するイノベーションの2つの側面

1. 技術イノベーション

- **AUTONOMOUS**
- EV
- CONNECTED(V2V, V2I etc)

2. ビジネスモデル・イノベーション

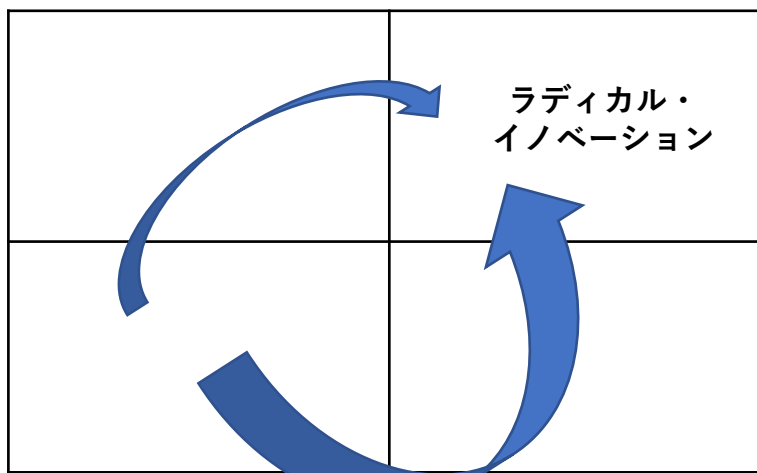
- **SHARING & SERVICE**
- CONNECTED(V to Smartphone etc)



技術イノベーション

自動運転
(Lv.4/5)

手動運転
(Lv.1/2)



所有

シェアリング

ビジネスモデル・イノベーション

■ 問題意識

- **CASE**の領域におけるコア技術（プラットフォーム技術）は何か？
- そこで各社は技術をどのように保有しているのか？
 - ・ 既存企業: OEM, Supplier
 - ・ 新興企業: IT, Start-up

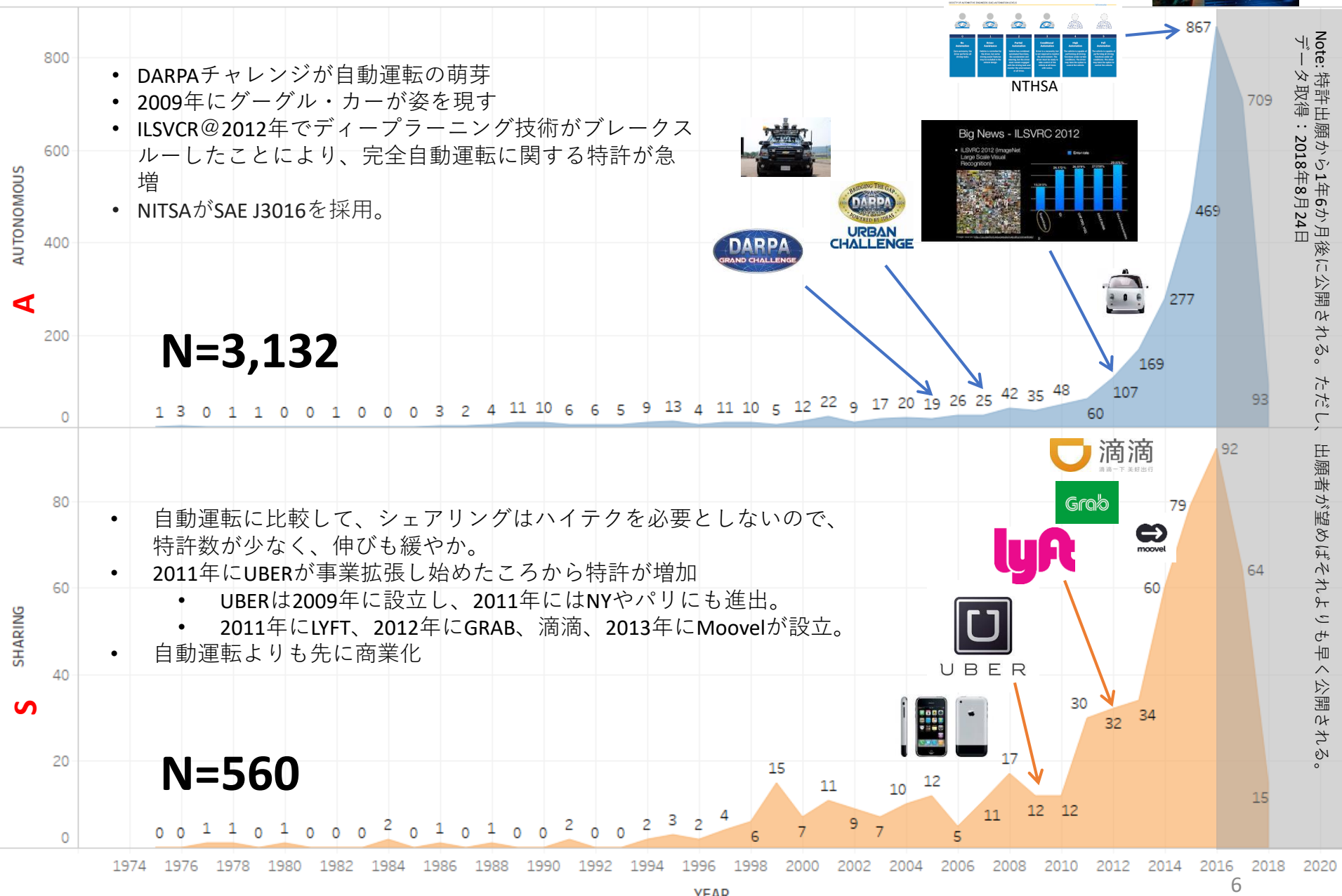
■ 手法

- 米国特許の分析（「次数中心性」を使用）
- インタビュー調査

■ **CASE**関係の米国特許 (USPTO)

Slide Only

CASEに関する特許出願の推移 (USPTO)



- DARPAチャレンジが自動運転の萌芽
- 2009年にグーグル・カーが姿を現す
- ILSVCR@2012年でディープラーニング技術がブレークスルーしたことにより、完全自動運転に関する特許が急増
- NITSAがSAE J3016を採用。

- 自動運転に比較して、シェアリングはハイテクを必要としないので、特許数が少なく、伸びも緩やか。
- 2011年にUBERが事業拡張し始めたころから特許が増加
 - UBERは2009年に設立し、2011年にはNYやパリにも進出。
 - 2011年にLYFT、2012年にGRAB、滴滴、2013年にMoovelが設立。
- 自動運転よりも先に商業化

Note: 特許出願から1年6か月後に公開される。ただし、出願者が望めばそれよりも早く公開される。
データ取得：2018年8月24日

■ CASE関係の特許出願者

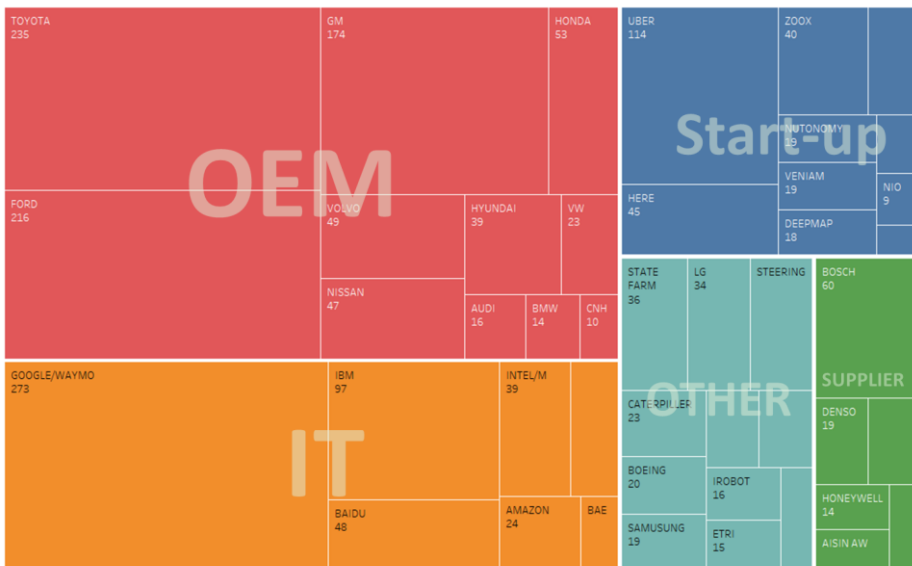
➤ AUTONOMOUS：自動運転

- 自動車OEMが最大の特許出願者だが、グーグルを筆頭とするIT企業の出願も非常に多い
- スタートアップやその他企業もサプライヤー以上の件数に達している

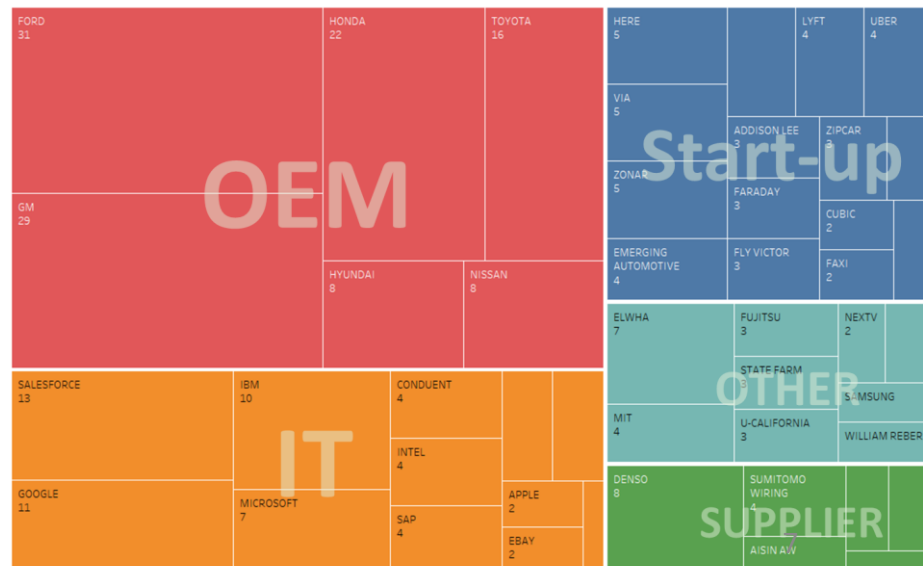
➤ SHARING：シェアリング

- 自動運転と同様、OEMに次いでIT企業の出願が多い
- 優れたアイデアがあれば参入できるため、ウーバーなどスタートアップの比重が大きい

AUTONOMOUS



SHARING



■ 出願数ランキング（自動運転、シェアリング）

➤ AUTONOMOUS：自動運転

- Google/Waymoが273とNO.1の特許出願者
- 自動車OEMのトヨタ（235）、フォード（216）、GM（174）が2-4位
- Uber(114)が5位で、中国バイドゥ(48)も10位に登場

➤ SHARING：シェアリング

- OEMのフォード（31）、GM（29）、ホンダ（22）、トヨタ（16）が上位
- 以下、Salesforce(13)、Google(11)、IBMといったIT企業が続く

AUTOMONOUS

1	Google/Waymo	273
2	Toyota	235
3	Ford	216
4	GM	174
5	Uber	114
6	IBM	97
7	Bosch	60
8	Honda	53
9	Volvo	49
10	Baidu	48

SHARING

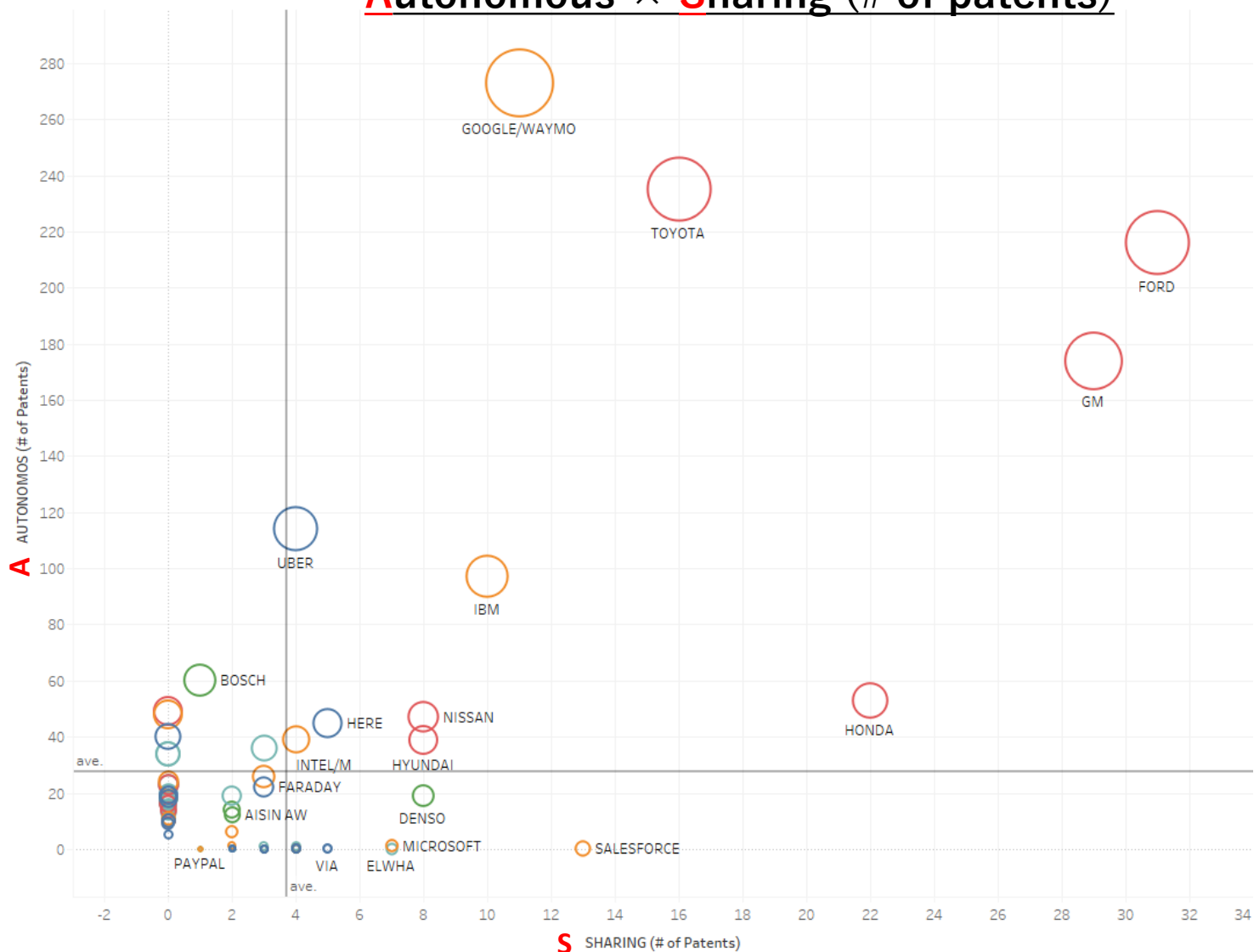
1	Ford	31
2	GM	29
3	Honda	22
4	Toyota	16
5	Salesforce	13
6	Google	11
7	IBM	10
8	Denso	8
9	Hyundai	8
10	Nissan	8

(参考) Uberは4件

■ CASE関係の特許出願者：自動運転×シェアリング

Autonomous × Sharing (# of patents)

技術イノベーション



ビジネスモデルイノベーション

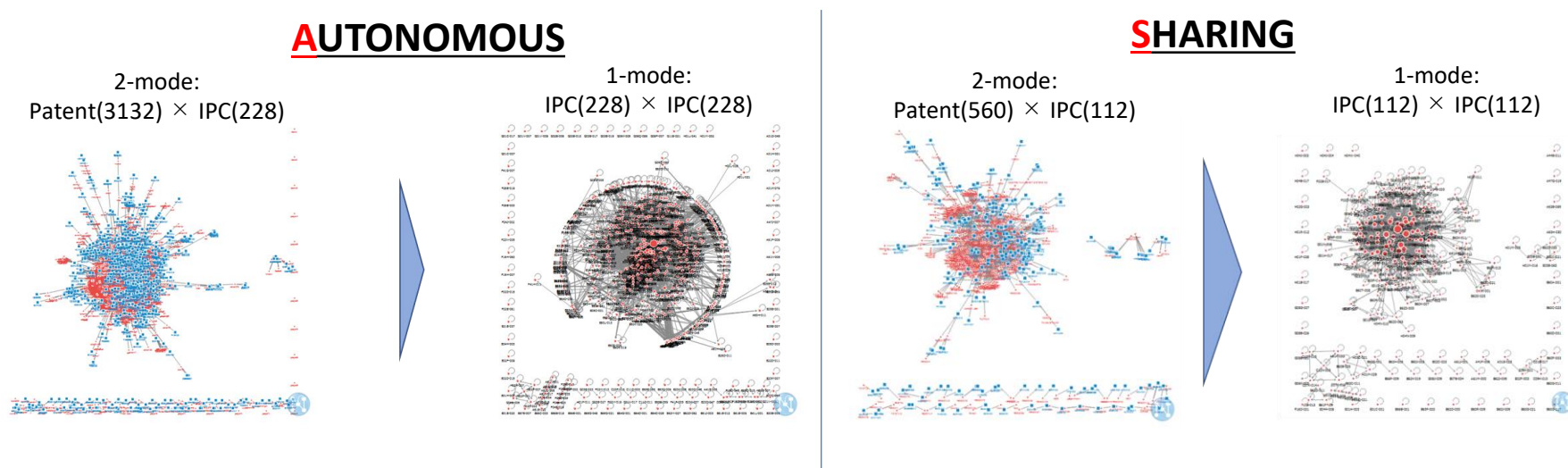
■ 自動運転とシェアリングのコア技術は何か？

➤ すべてのパテントには1つ以上の「IPC」が付与されている

- IPC: International Patent Classification (→ 技術のタグ)

例) 「B60R-021」 「G01C-021」 「G06F-007」 「G06Q-040」

➤ 2-mode ネットワーク(特許×IPC) を作成、1-mode (IPC×IPC) に変換



➤ 1-mode ネットワークにおける各IPCの「次数中心性」を計算

- 次数中心性：ノードにつながるリンクの数 (= 各IPCの他のIPCとのつながりの多さ)

$$C_i^D = \frac{k_i}{N - 1} \cdot \dots$$

ノード*i*の
次数中心性CD

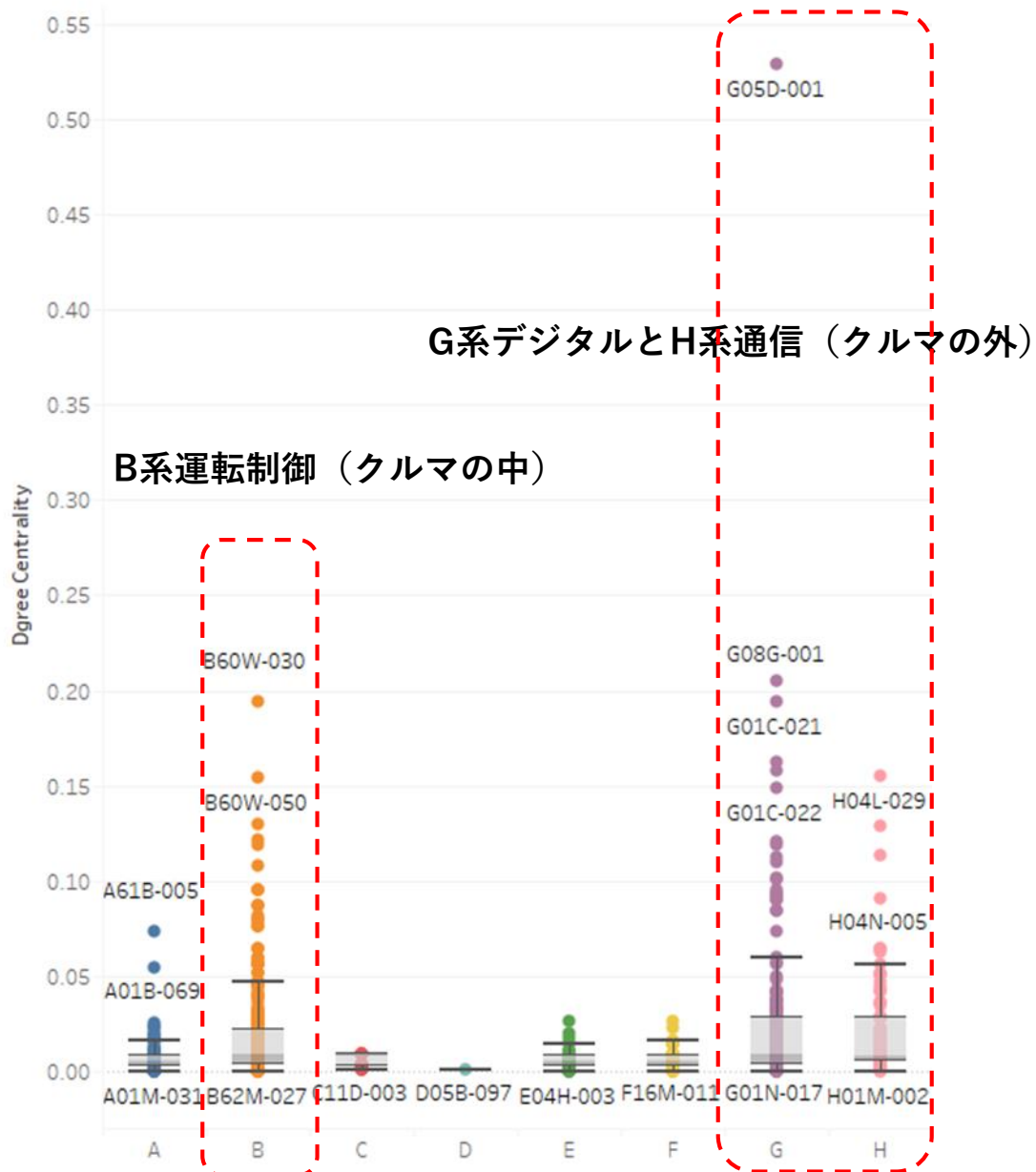
ノード*i*の
リンク数

1 ↑ コア技術

0 ↓ 周辺技術

■ AUTONOMOUS：自動運転に関するコア技術

<IPC × 次数中心性>



<次数中心性のランキング>

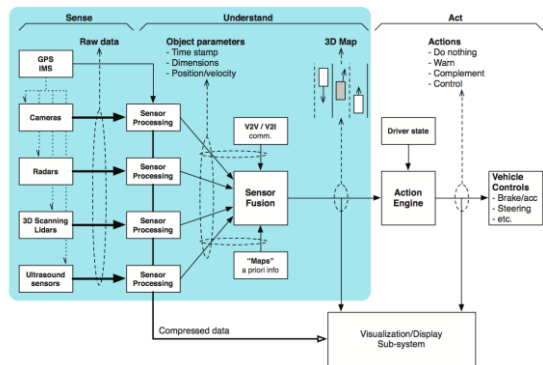
IPC	B	G	H
G05D-001		0.5288	
G08G-001		0.2048	
B60W-030	0.1941		
G01C-021		0.1941	
G06K-009		0.1620	
G06F-017		0.1580	
H04L-029			0.1553
B60W-050	0.1539		
G01C-022		0.1486	
B60W-040	0.1299		
H04W-004			0.1285
B60W-010	0.1218		
G06F-007		0.1205	
B64C-039	0.1191		
G06F-019		0.1191	
H04N-007			0.1138
G06Q-010		0.1125	
G07C-005		0.1098	
B60Q-001	0.1084		
G01S-019		0.1017	
G06F-003		0.1004	
B60L-011	0.0950		
B62D-015	0.0950		
G06Q-030		0.0950	
G05B-019		0.0937	
G01S-013		0.0924	
G01S-017		0.0910	
H04N-005			0.0910
G06Q-020		0.0897	
B60R-001	0.0870		
B60R-021	0.0870		
G06Q-050		0.0843	
G06T-007		0.0843	
B60N-002	0.0817		
B60R-011	0.0803		
B60K-035	0.0790		
B60Q-009	0.0763		
B60R-016	0.0763		

■ AUTONOMOUS : 自動運転に関するコア技術 (Top 10)

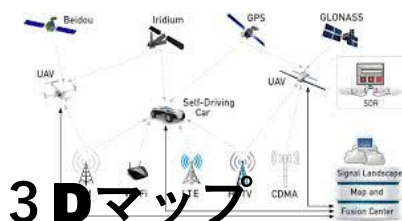
B (運輸)			G (物理学)						H (電気)
B60W-030	B60W-040	B60W-050	G01C-021	G01C-022	G05D-001	G06F-017	G06K-009	G08G-001	H04L-029
③ 0.194	0.130	0.154	0.194	0.149	① 0.529	0.158	0.162	② 0.205	0.155
運動制御システム	運動制御システムのためのパラメータの推定または演算	運動制御システムの細部	航行装置 (GPS, 地図など)	移動距離の測定	自動操縦のための位置, 進路, 高度または姿勢の制御	データ計算 (情報検索やデータベース構造など)	画像認識	車両に対する交通制御システム (信号など)	通信制御

パラメータ制御

Autonomous vehicle platform: a functional diagram



GPS

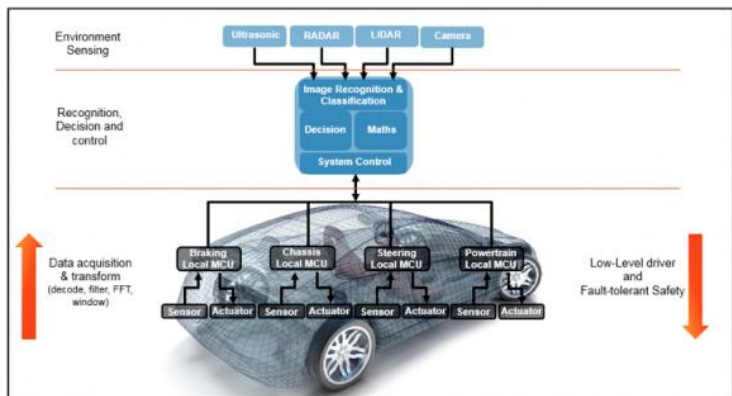


3Dマップ

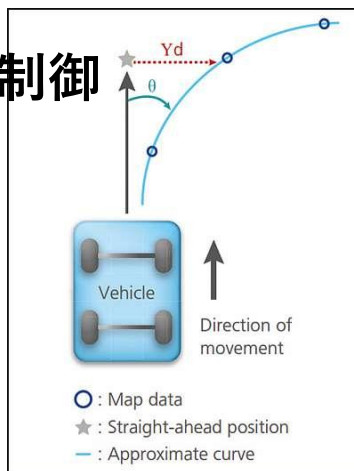


SLAM

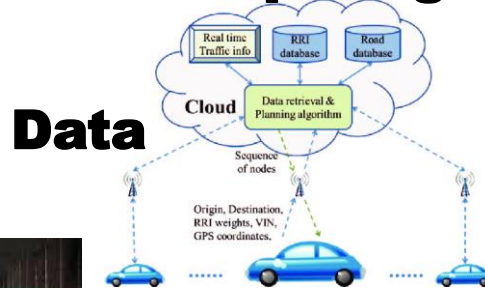
ECU



位置制御

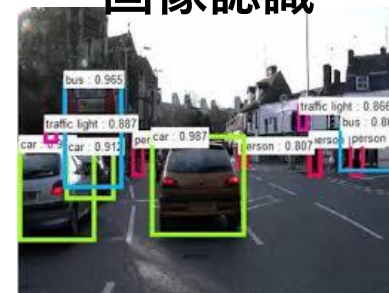


Computing



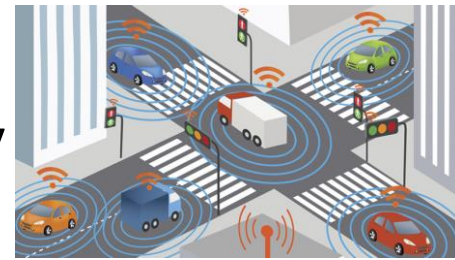
AI

画像認識



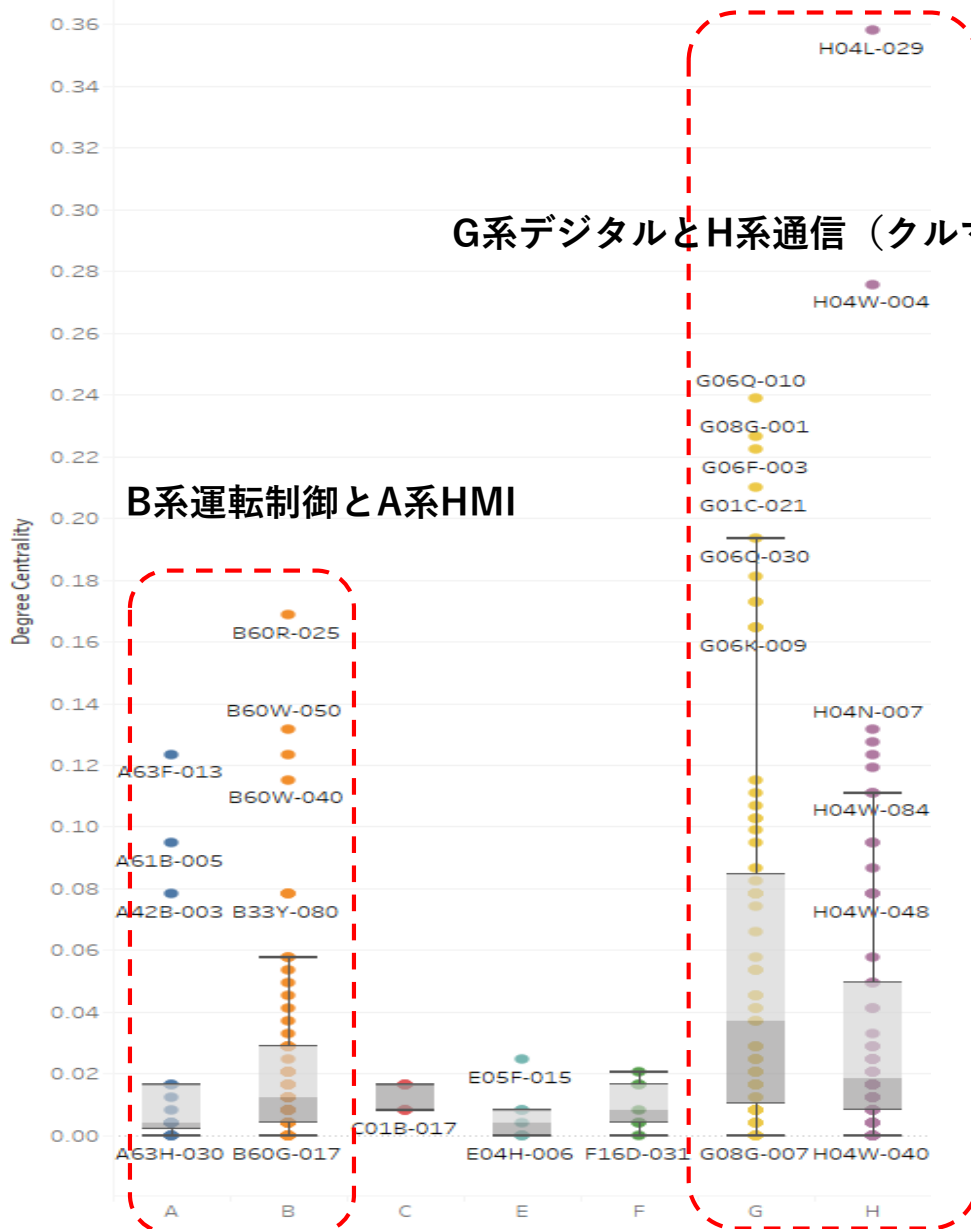
カメラ

V2I V2V



■ SHARING：シェアリングに関するコア技術

<IPC × 次数中心性>



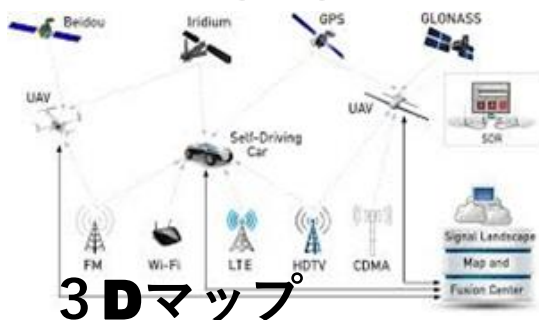
<次数中心性のランキング>

IPC	A	B	G	H
H04L-029				0.3580
H04W-004				0.2757
G06Q-010			0.2387	
G08G-001			0.2263	
G06F-003			0.2222	
G01C-021			0.2099	
G06Q-030			0.1934	
G05D-001			0.1811	
G06F-017			0.1728	
G06Q-050			0.1728	
B60R-025		0.1687		
G06K-009			0.1646	
G07C-005			0.1646	
G07C-009			0.1646	
B60W-050		0.1317		
H04N-007				0.1317
H02J-007				0.1276
A63F-013	0.1235			
B60L-011		0.1235		
H04W-012				0.1235
H04L-012				0.1193
B60W-040		0.1152		
G06F-007			0.1152	
G06F-021			0.1111	
H04Q-009				0.1111
H04W-084				0.1111
G01M-017			0.1070	
G06F-001			0.1029	
G06N-005			0.1029	
G09B-019			0.0988	
A61B-005	0.0947			
G06Q-020			0.0947	
H04L-009				0.0947
H04W-076				0.0947
G08B-013			0.0864	
H04B-001				0.0864
G01L-005			0.0823	

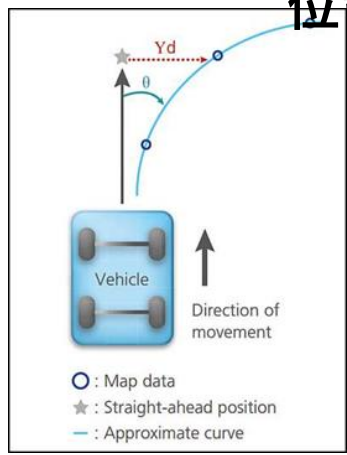
■ SHARING : シェアリングに関するコア技術 (Top10)

G (物理学)								H(電気)	
G01C-021	G05D-001	G06F-003	G06F-017	G06Q-010	G06Q-030	G06Q-050	G08G-001	H04L-029	H04W-004
0.210	0.181	0.222	0.173	③ 0.239	0.193	0.173	0.226	① 0.358	② 0.276
航行装置 (GPS, 地図など)	自動操縦のための位置, 進路, 高度または姿勢の制御	デジタル・データに変換するための入力装置	データ計算 (情報検索やデータベース構造など)	予約のためのビジネスモデル	商取引のためのビジネスモデル	特定産業のためのビジネスモデル	車両に対する交通制御システム (信号など)	通信制御	通信を利用したサービス (位置情報、V2X等)

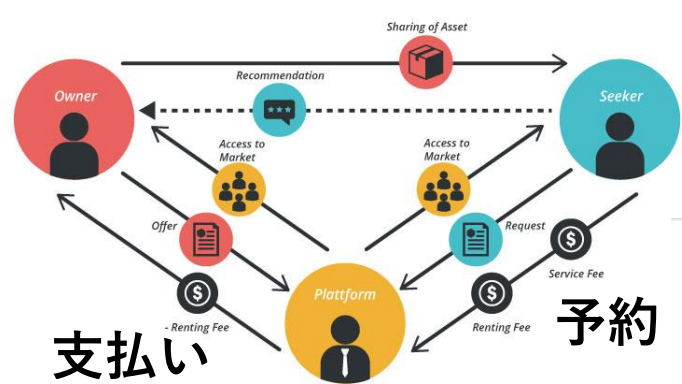
GPS



位置制御



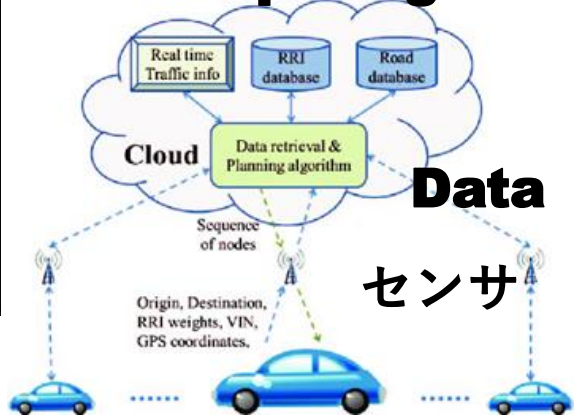
Business Model



Telecom



Computing



V2C

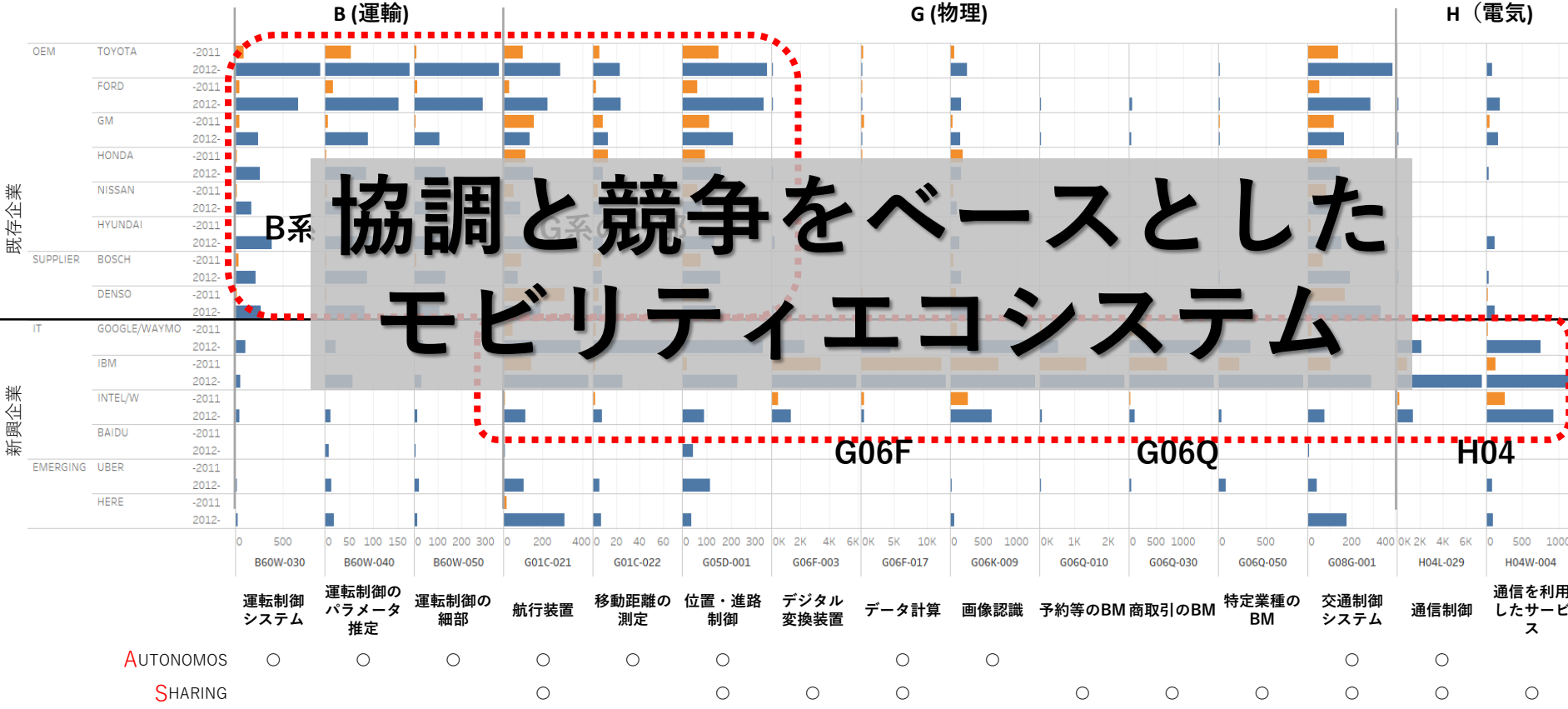


V2I V2V

■ AUTONOMOUSとSHARINGに関する”すべて”の特許保有状況

(2011年以前と 2012年以降の比較)

- 多くの企業が自動運転とシェアリングに関するコア技術を2012年以降に蓄積
- 既存企業（OEM, サプライヤー）はB系運転制御とG系の一部ナビ関係に強み
- しかし、IT企業に比べ、G06F「データ計算」、G06Q「ビジネスモデル」、H04「通信」の技術保有が圧倒的に少ない

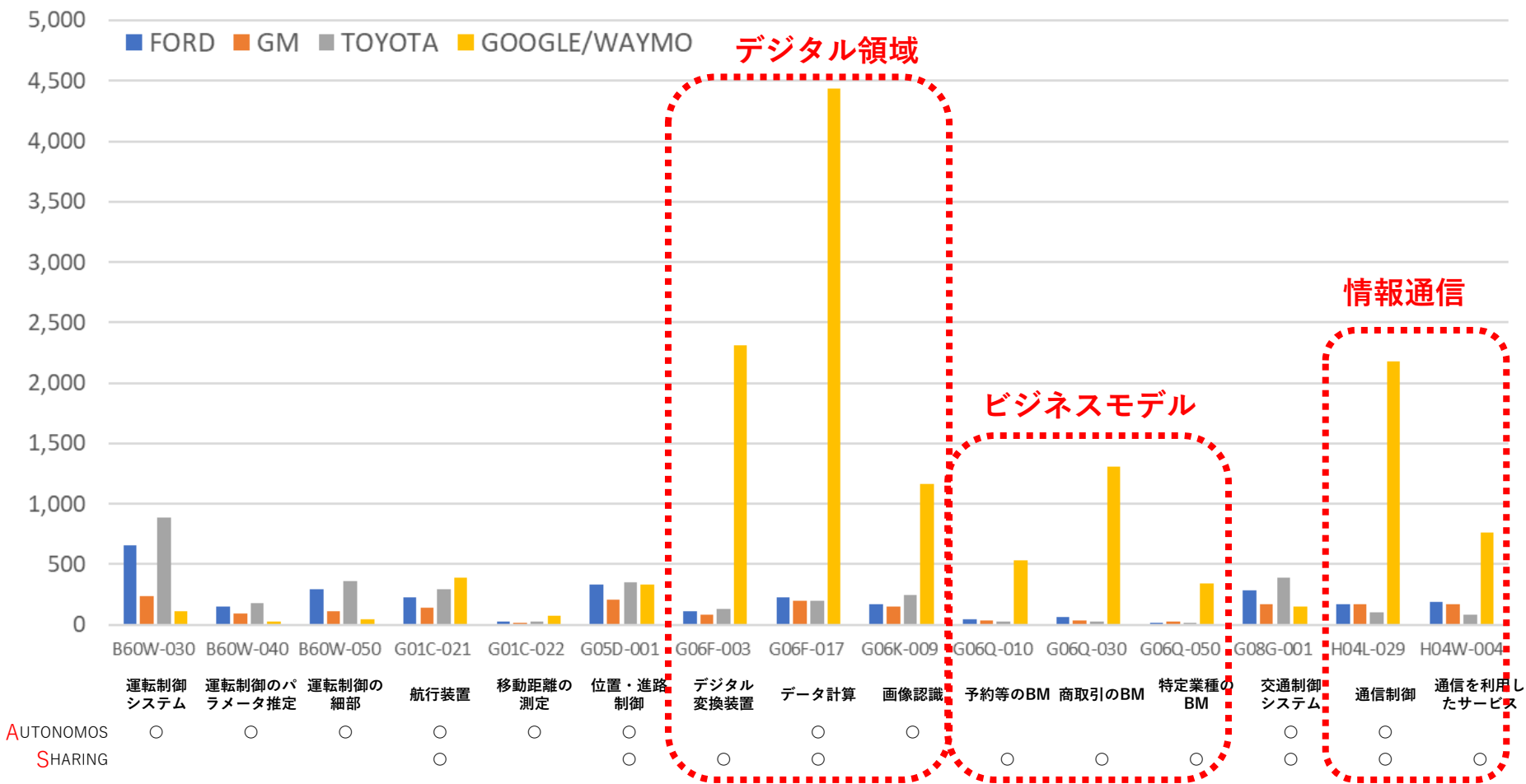


協調と競争をベースとした
モビリティエコシステム

	運転制御システム	運転制御のパラメータ推定	運転制御の細部	航行装置	移動距離の測定	位置・進路制御	デジタル変換装置	データ計算	画像認識	予約等のBM	商取引のBM	特定業種のBM	交通制御システム	通信制御	通信を利用したサービス
AUTONOMOS	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
SHARING				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

■ フォード, GM, トヨタ, Google/Waymoの絶対比較

➤ 既存OEMは G06F・G06K「デジタル領域」、G06Q「ビジネスモデル」、H04「情報通信」の特許保有状況において、**Google/Waymoと圧倒的な格差が存在する。**



完全自動運転の開発ではGoogle/Waymoが大きくリード

- Google/Waymoがカリフォルニア州陸運局（DMV）に提出したレポートによれば、**2016年**の公道実験では**63万マイル**を走行し、そのうち**124回**しか**自動運転機能解除（Disengagement）**をしていない。
- Waymoは11月7日（現地時間）、米アリゾナ州フェニックスで、運転席無人状態での自動運転車での公道走行テストを実施していると発表した（出所：ITメディアニュース11月8日）。
- Waymo's fleet reaches **4 million self-driven miles**（2017年11月28日）
 - カリフォルニア州、ワシントン州、アリゾナ州、テキサス州における公道実験の合計

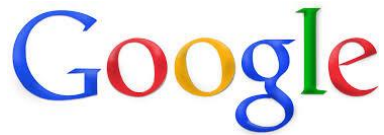
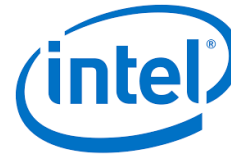


カリフォルニア州における自動運転車の公道走行実績および自動運転解除（Disengagement）回数

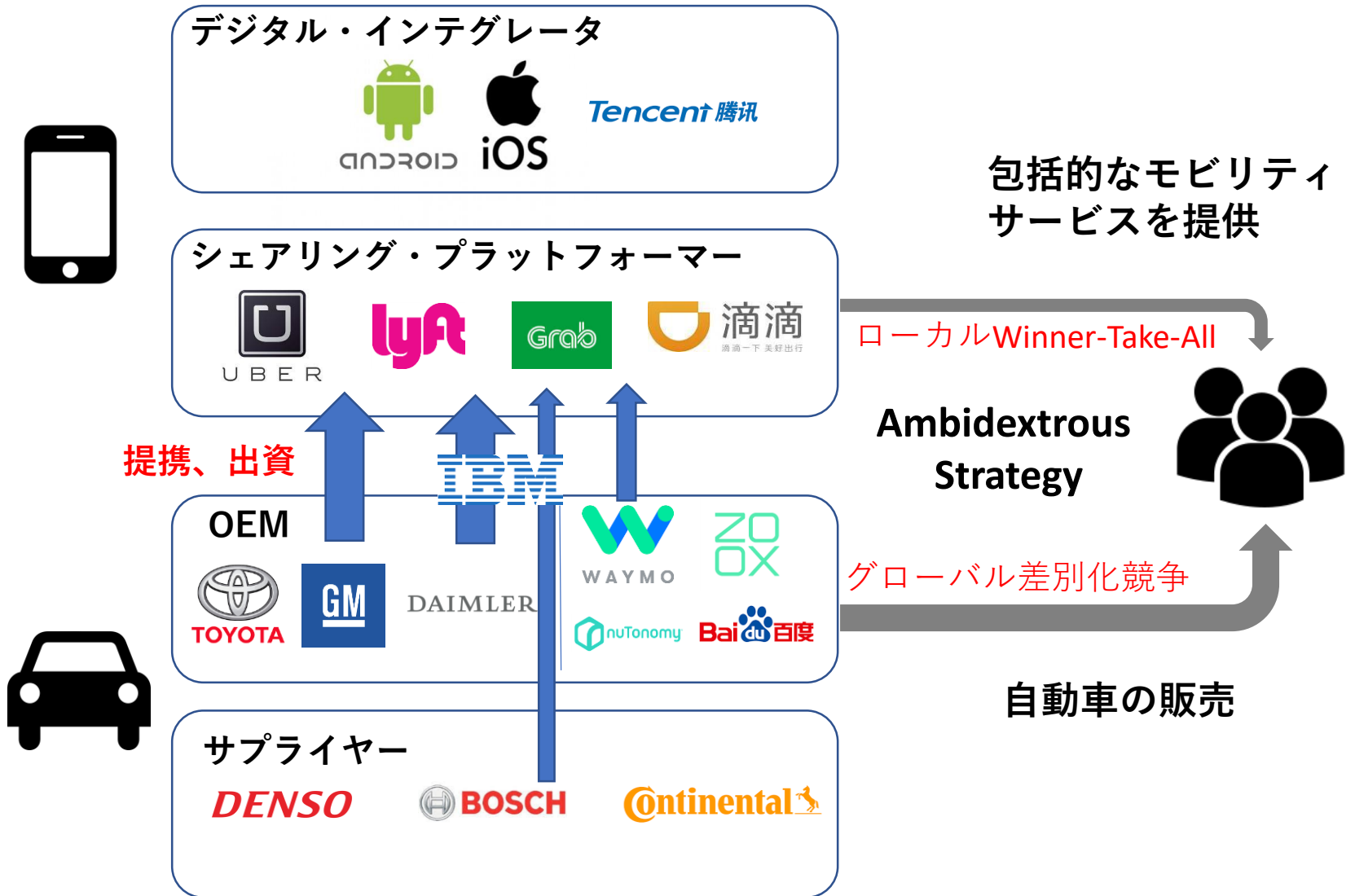
	2016				2015			
	走行距離 (マイル)	自動運転機能 解除回数 (DE)	Miles per DE	DE per 1000mile	走行距離 (マイル)	自動運転解除回数 (DE)	Miles per DE	DE per 1000mile
GOOGLE/WAYMO	635868	124	5128	0.20	424331	341	1244.4	0.80
VW/AUDI	N/A	N/A	N/A	N/A	14945	260	74.8	17.40
MERCEDES-BENZ	673.5	336	2	498.89	1337	967	1.8	723.26
DELPHI	3125.3	178	17.6	56.95	16662	405	41.9	24.31
TESLA	550	182	3	330.91	N/A	N/A	N/A	N/A
BOSCH	983	1442	0.7	1466.94	935	625	1.5	668.45
NISSAN	4099	28	246.7	6.83	1485	106	14	71.38
GM CRUISE	9846.5	414	9.3	42.05	N/A	N/A	N/A	N/A
BMW	638	1	638	1.57	N/A	N/A	N/A	N/A
HONDA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
FORD	590	3	196.7	5.08	N/A	N/A	N/A	N/A

出所：カリフォルニア州陸運局（Department of Motor Vehicles）"Autonomous Vehicle Disengagement Reports 2016 & 2015"を参考に筆者作成。

WINNER-TAKE-ALL



■ 新しいモビリティエコシステムの台頭





 **GrabPay**
Lựa chọn thanh toán qua thẻ
khi đi chuyến cùng Grab
Đã sẵn sàng!




Grab



Kanachu

先進モビリティ

多摩市



東京都

NIPPON KOEI



Hinomaru 733

Hinomaru

空車

自動走行公道
実証実験中

江戸
733

足立 330°
あ 20-18



27

26



■自動運転&シェアリング関連のビジネスモデル特許

<事例>

- 出願者：Google「US 8630897」（2011.01.11）
- 顧客がスマホの広告（クーポン付き）を見て、自動運転車を予約
- クーポン掲載店舗に費用を負担してもらうことで、ユーザーにとっては**無料のモビリティ**が提供される

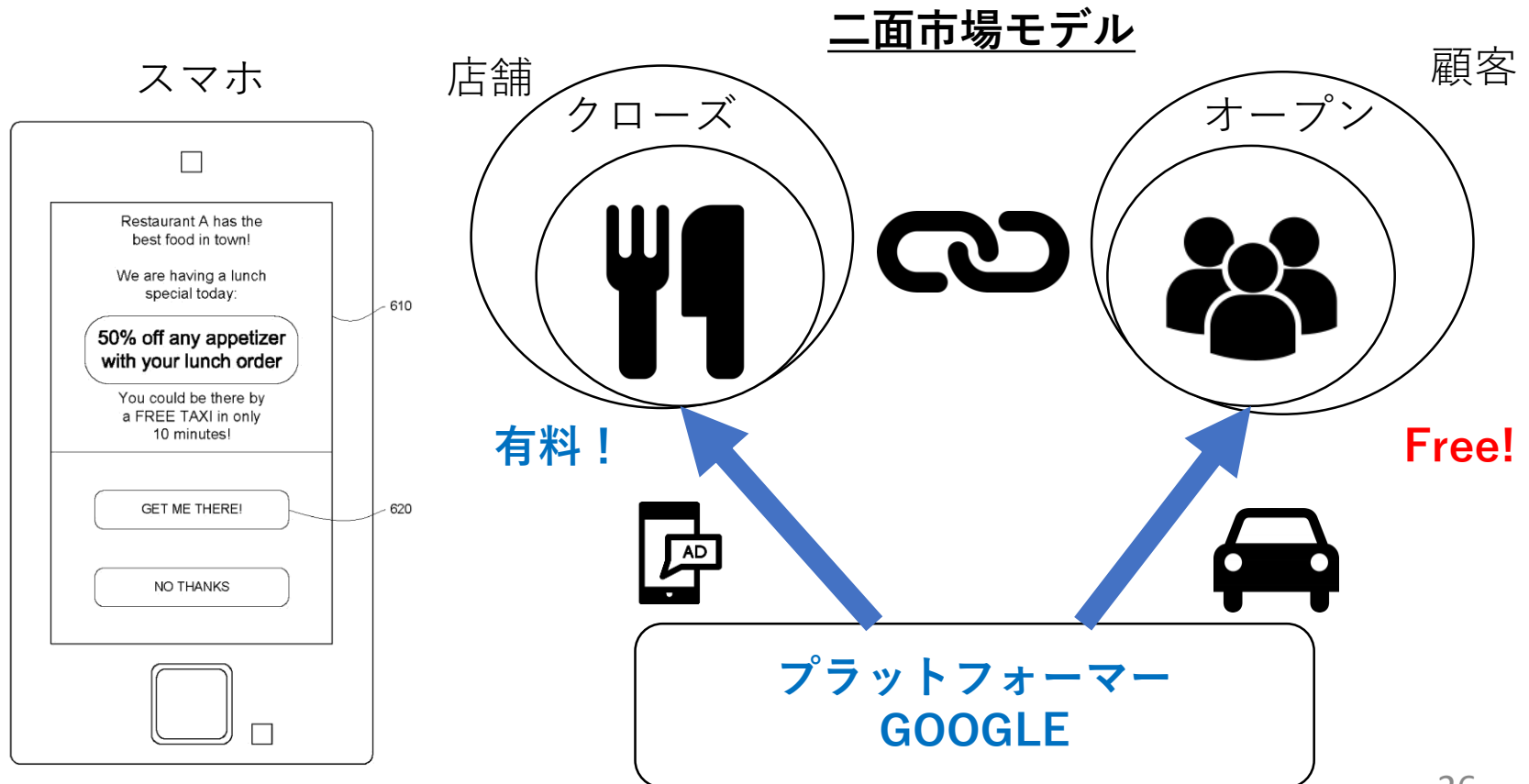
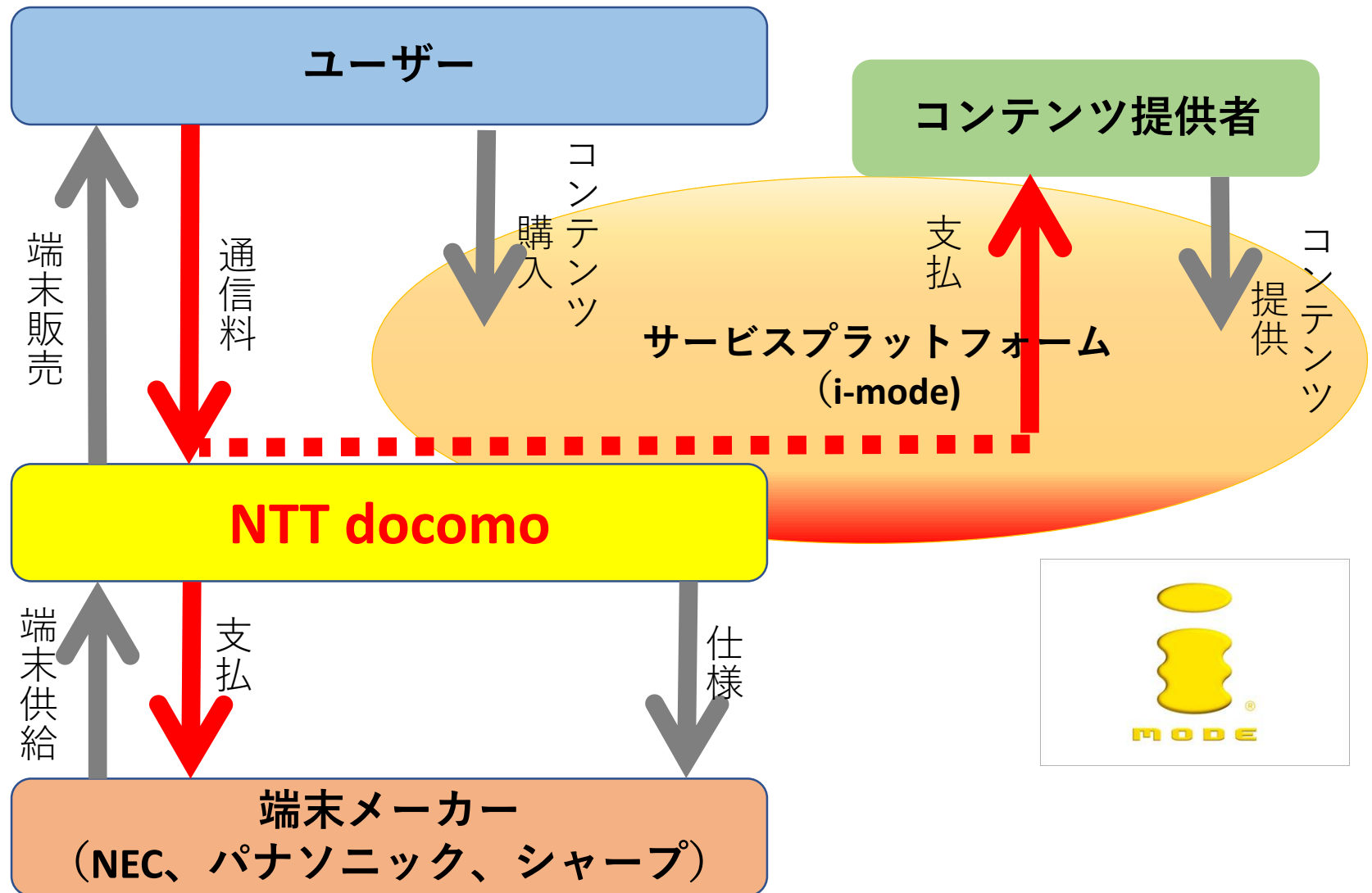


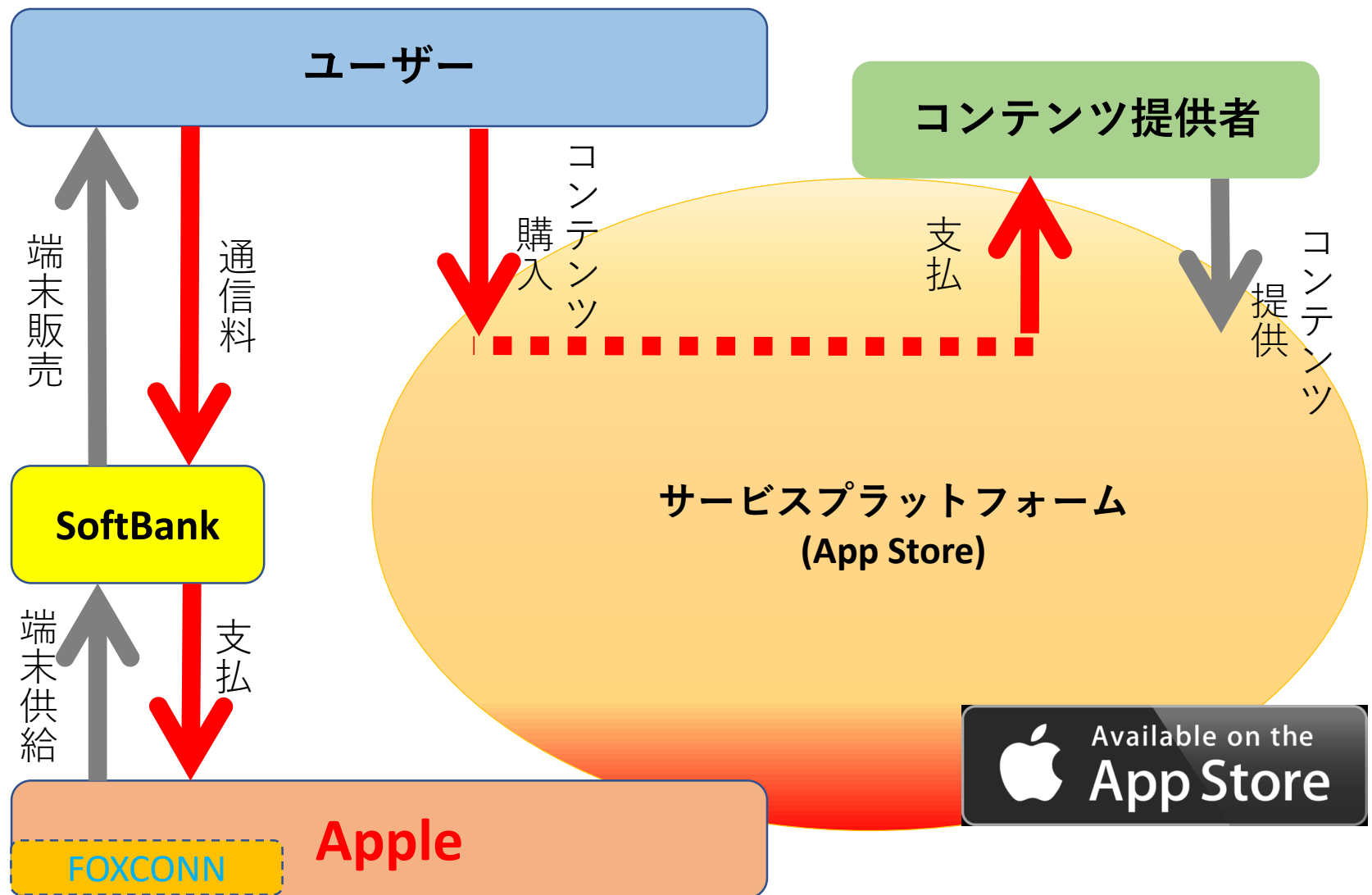
FIGURE 6

ビジネス・エコシステムのバリエーション：携帯電話産業の事例から考える

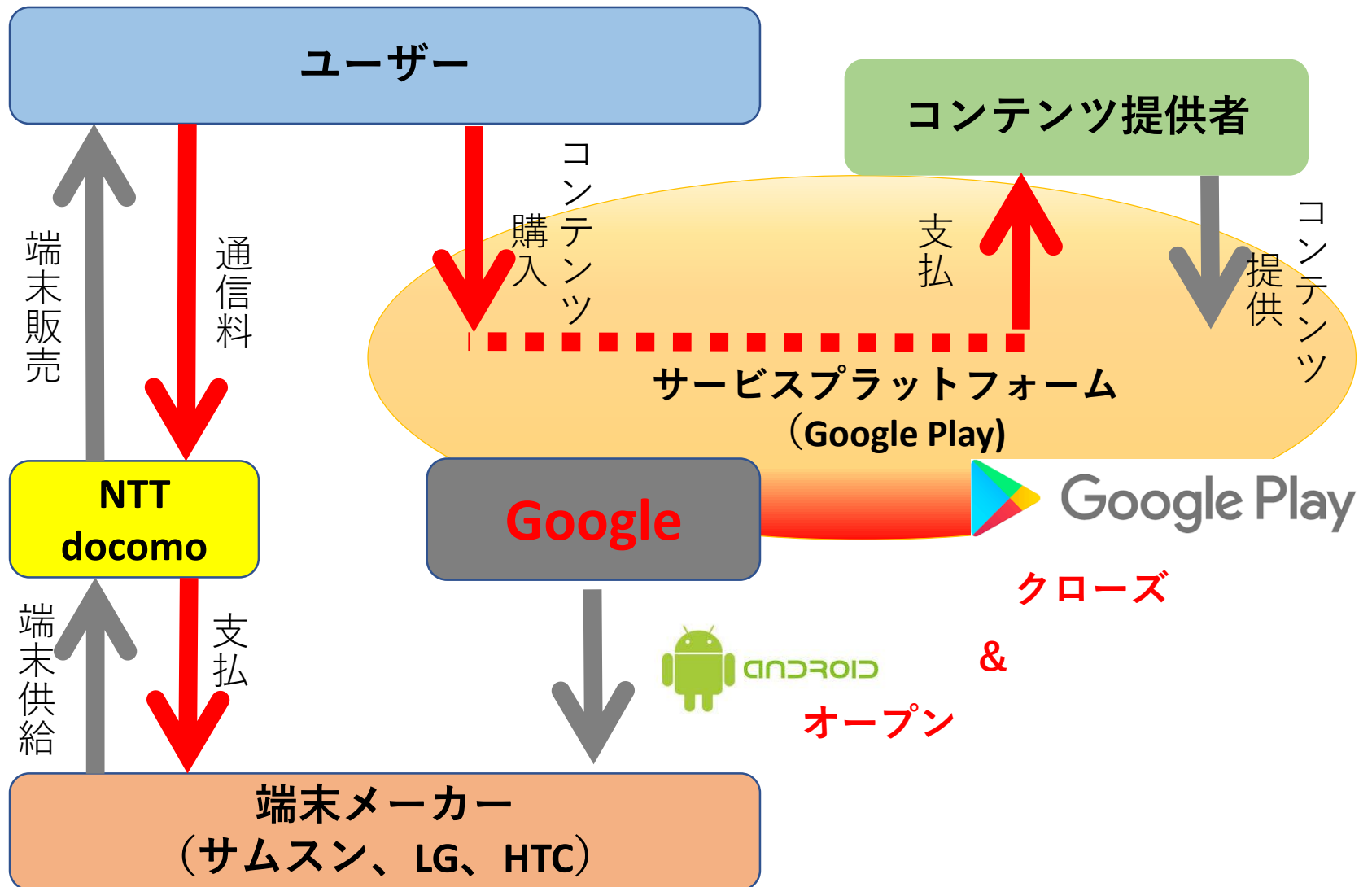
t1: オペレータ (Docomo) が主導するビジネスエコシステム



ビジネス・エコシステムのバリエーション：携帯電話産業の事例から考える
t2: 端末メーカー（Apple）が主導するビジネスエコシステム



ビジネス・エコシステムのバリエーション：携帯電話産業の事例から考える
t3: OS提供企業（Google）が主導するビジネスエコシステム

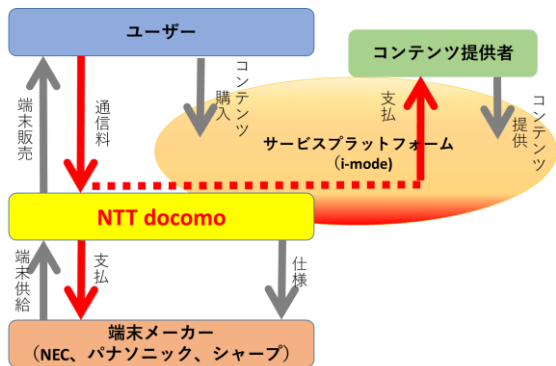


MaaSのプラットフォームは誰が握るのか？：携帯電話産業の事例から考える

- 携帯電話産業の事例をモビリティエコシステムに当てはめる

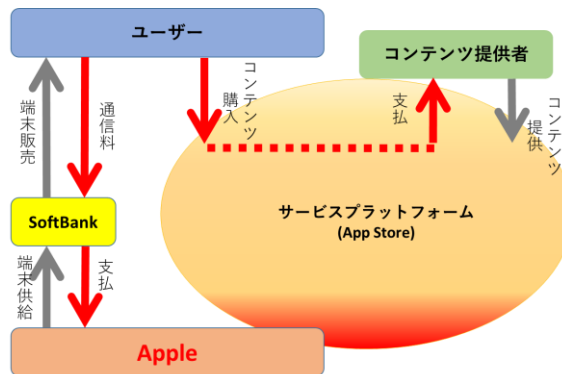
パターン1：docomo型（オペレータ）

成功のポイント：ルールづくり



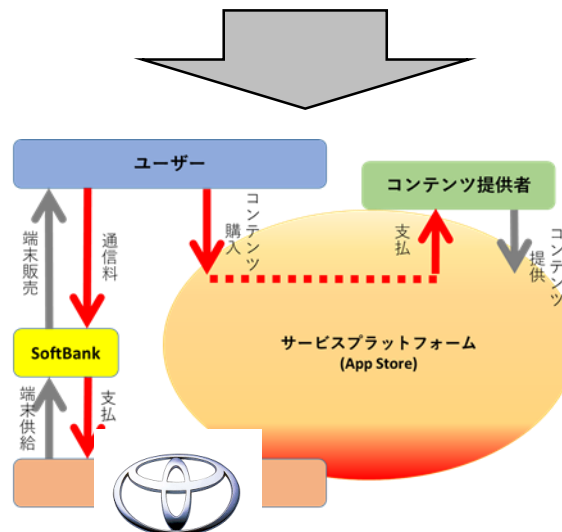
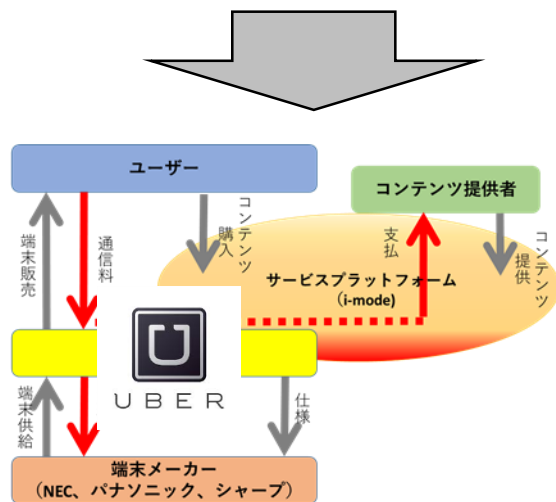
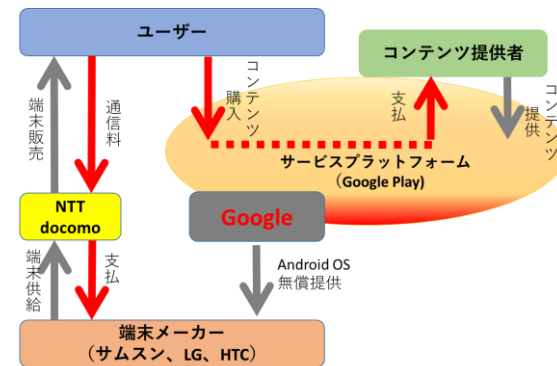
パターン2：Apple型（端末メーカー）

成功のポイント：魅力的な端末

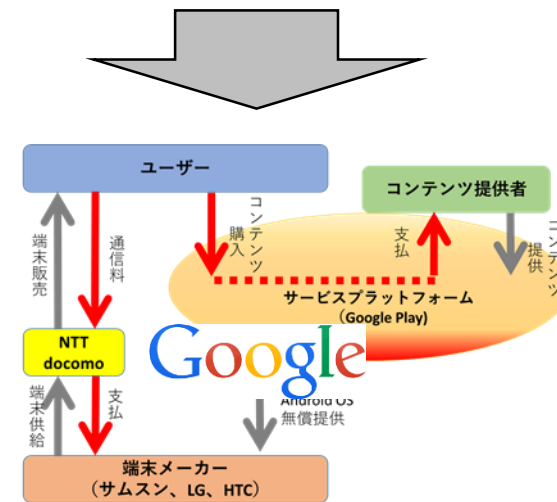


パターン3：Google型（OS提供企業）

成功のポイント：オープン戦略

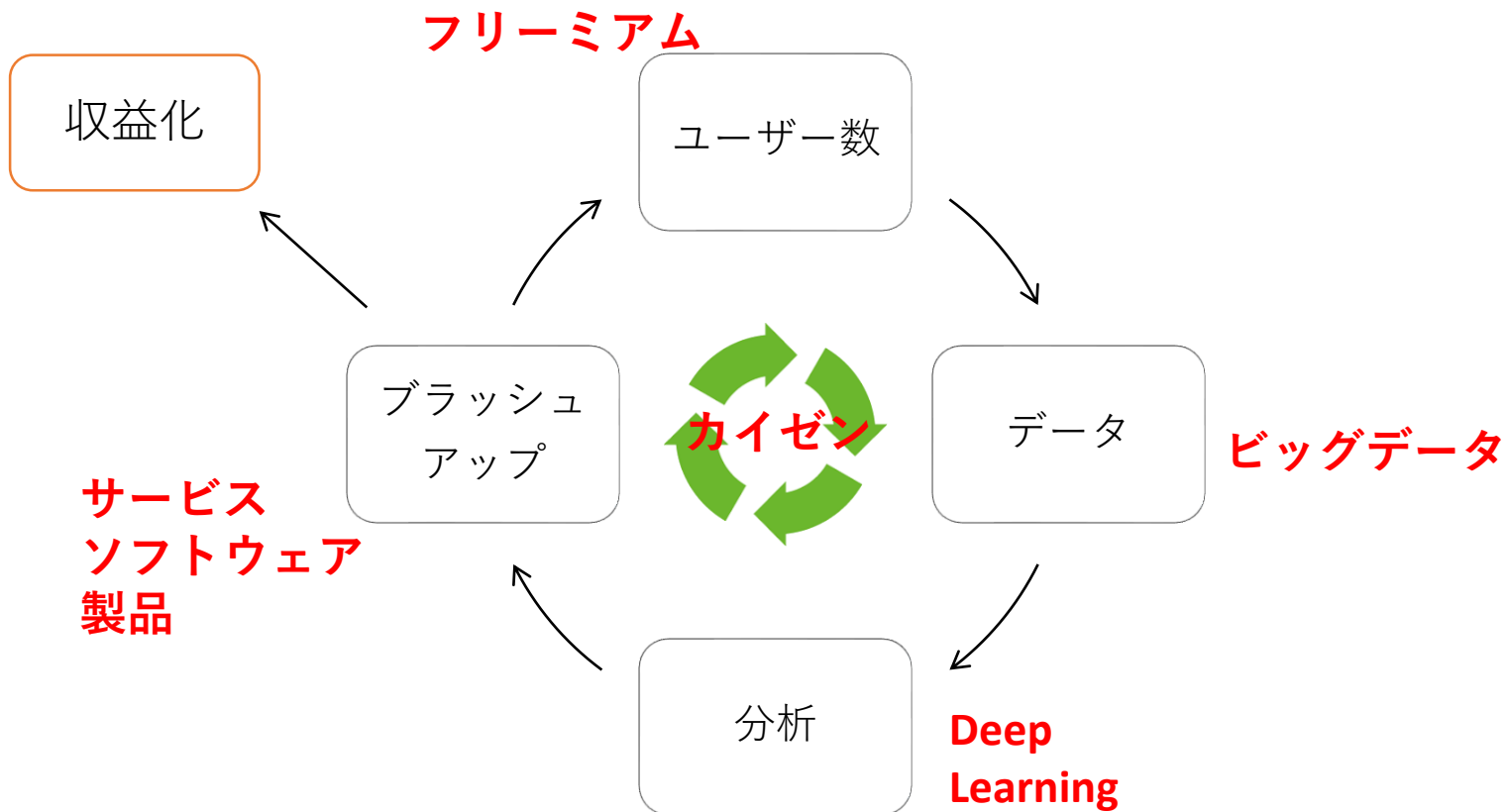


TOYOTA



■ クラウド時代のカイゼン

- 「フリーミアムモデル」・・・**無料 (FREE!)** で多数のユーザーを囲い込みサービスを普及させる。収集したビッグデータをもとに、ディープラーニングを利用し提供するサービスなどをブラッシュアップ
⇒ “クラウド時代のカイゼン”
- Winner-take-all型（勝者総取り方式）になりやすい



Uberの動向

Slide Only

Googleの動向

Slide Only

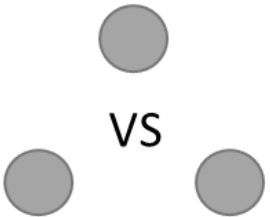
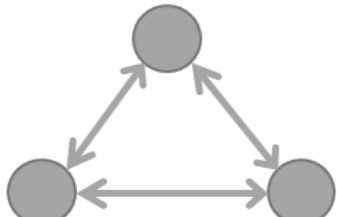
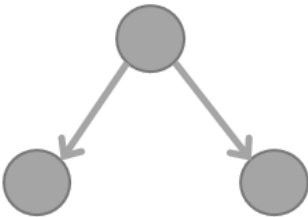
百度の動向

Slide Only

標準のつくり方：3つの原型

標準が決定される「メカニズム」に着目

- **競争ベース (competition-base)**：市場競争の結果としての決まる標準
- **調整ベース (coordination-base)**：関連するプレーヤー間での調整によって決まる標準
- **権威ベース (authority-base)**：権威によって決められた標準

標準の決定メカニズム	競争ベース	調整ベース		権威ベース	
標準の決定場所	市場	フォーマル (フォーラム)	インフォーマル (コンソーシアム)	政府	企業
関係性のイメージ					
標準化の主体	民間	民間、政府、大学	民間ベース	政府	企業
特徴	・市場での競争での競争によって決まる。ネットワーク外部性やバンドワゴン効果が働き、winner-take-allになりやすい。	・公式な標準化団体による調整と投票によって決定。いったん標準が決まると高い正当性を有する。	・民間ベースの自発的なコンソーシアムでの調整によって決定。標準の導入も自発的。	・政府が定める標準。法律等により強制力を有している。	・企業が定める標準。企業内や調達先に対して強制することができる。
主な理論的視座	社会ネットワーク論 ゲーム理論	制度論 集合行動論	集合行動論	政策論 技術キャッチアップ論	知識移転論 SCM
事例	Windows、Intel、VHS、DVD	ISO、IEC、CEN、JIS、IEEE	AUTOSAR、Industrie4.0、ICC、Wifi、Linux	安全基準、度量衡、通信規格	トヨタスタンダード

MONET

MONET TECHNOLOGIES INC.

全ての人に移動の自由を。情報革命で人々を幸せに。

モビリティサービスを通じて人々の暮らしはもっと豊かになる。



SoftBank

TOYOTA

もし、あなたがT社の戦略担当者
だった場合、自動運転社会の到来と
いうラディカルイノベーションに対
してどう立ち向かっていけばよいの
か？自由に記述してください。

Q&A

Masato ITOHISA

itohisa@hosei.ac.jp