

ColorSignal

可視光時系列の色遷移による新しい可視光通信

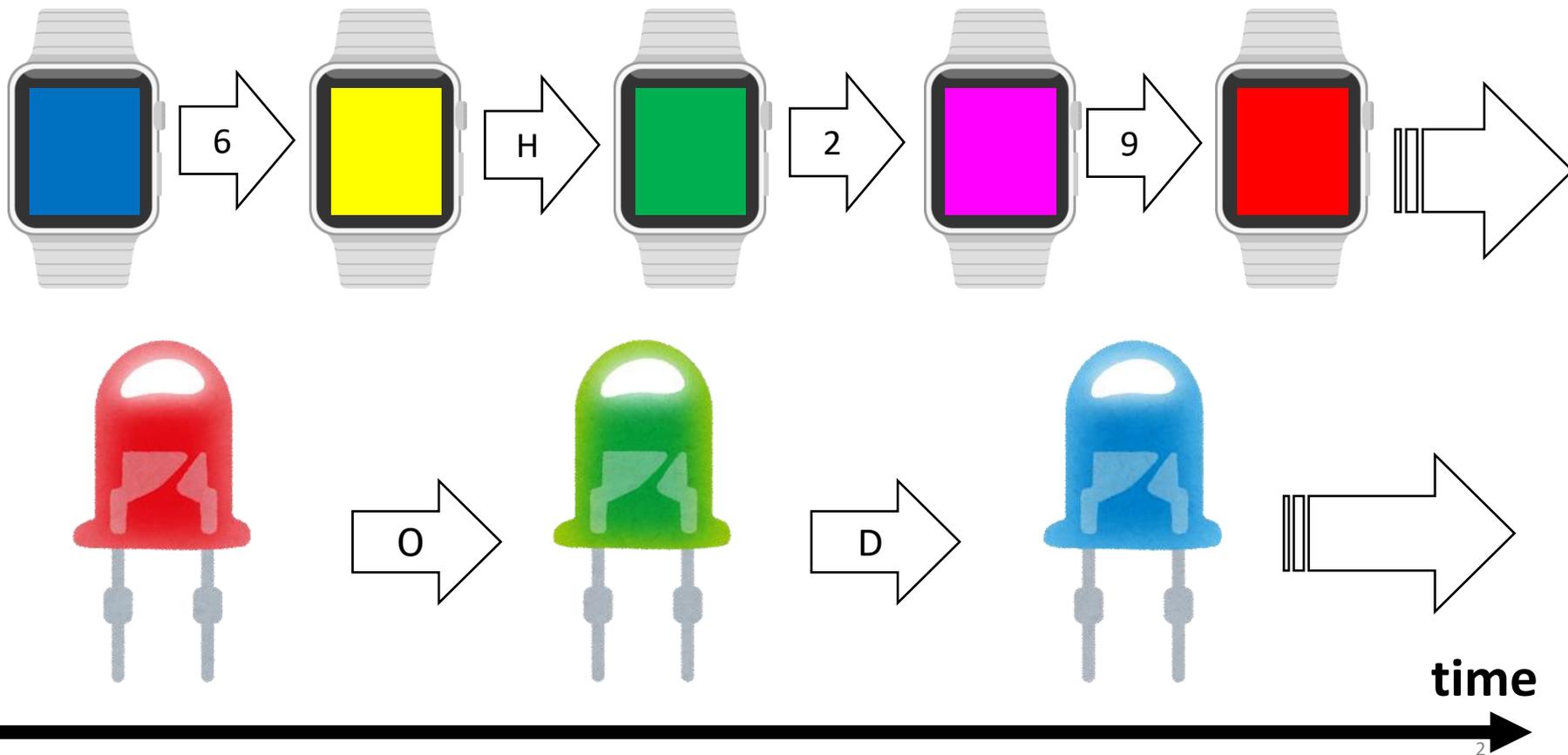
[会社名]	株式会社 スターワン
[担当者]	川嶋誠司 (代表取締役社長)
[住所]	〒231-0004 横浜市中区元浜町3-21-2
[電話]	045-222-0398
[E-mail]	kawashima@star1.jp

ColorSignalとは？

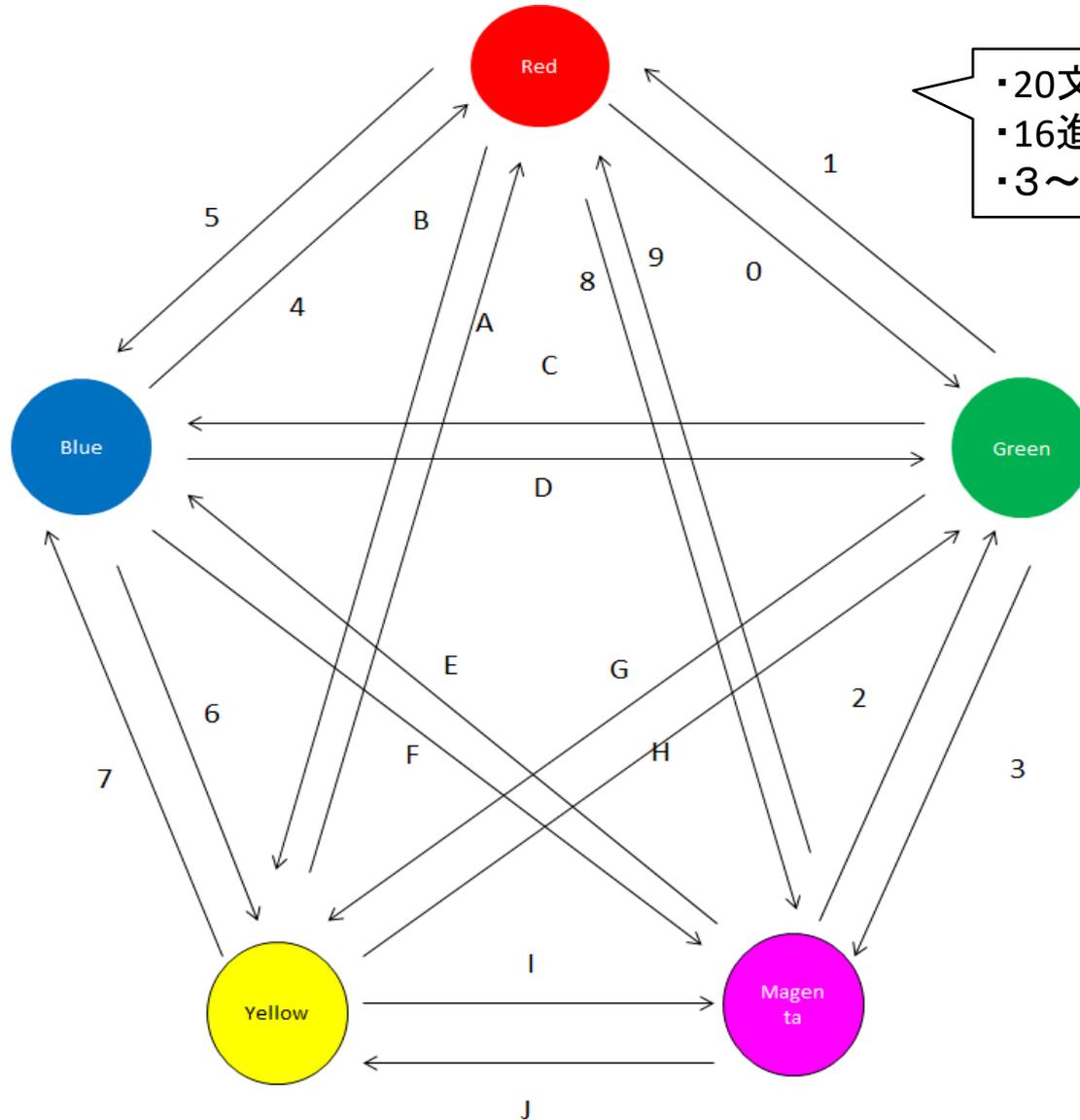
色の遷移に文字を割り当てて時系列で変化させ情報を伝達する技術

色の遷移がわかればよいので、伝達速度は送信側の表示速度、受信側の分解能力次第で遅くも早くもできる

※図中のデバイスに限定されません



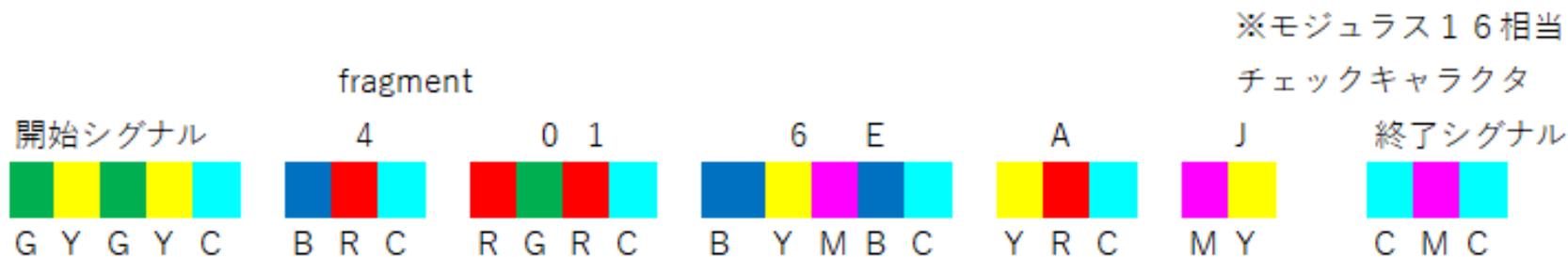
色の遷移と文字の割り当て



- 20文字まで表現可能
- 16進数~20進数に対応可
- 3~4色でも可能

色の遷移 - 例 -

伝えたい文字：016EA (16進数)



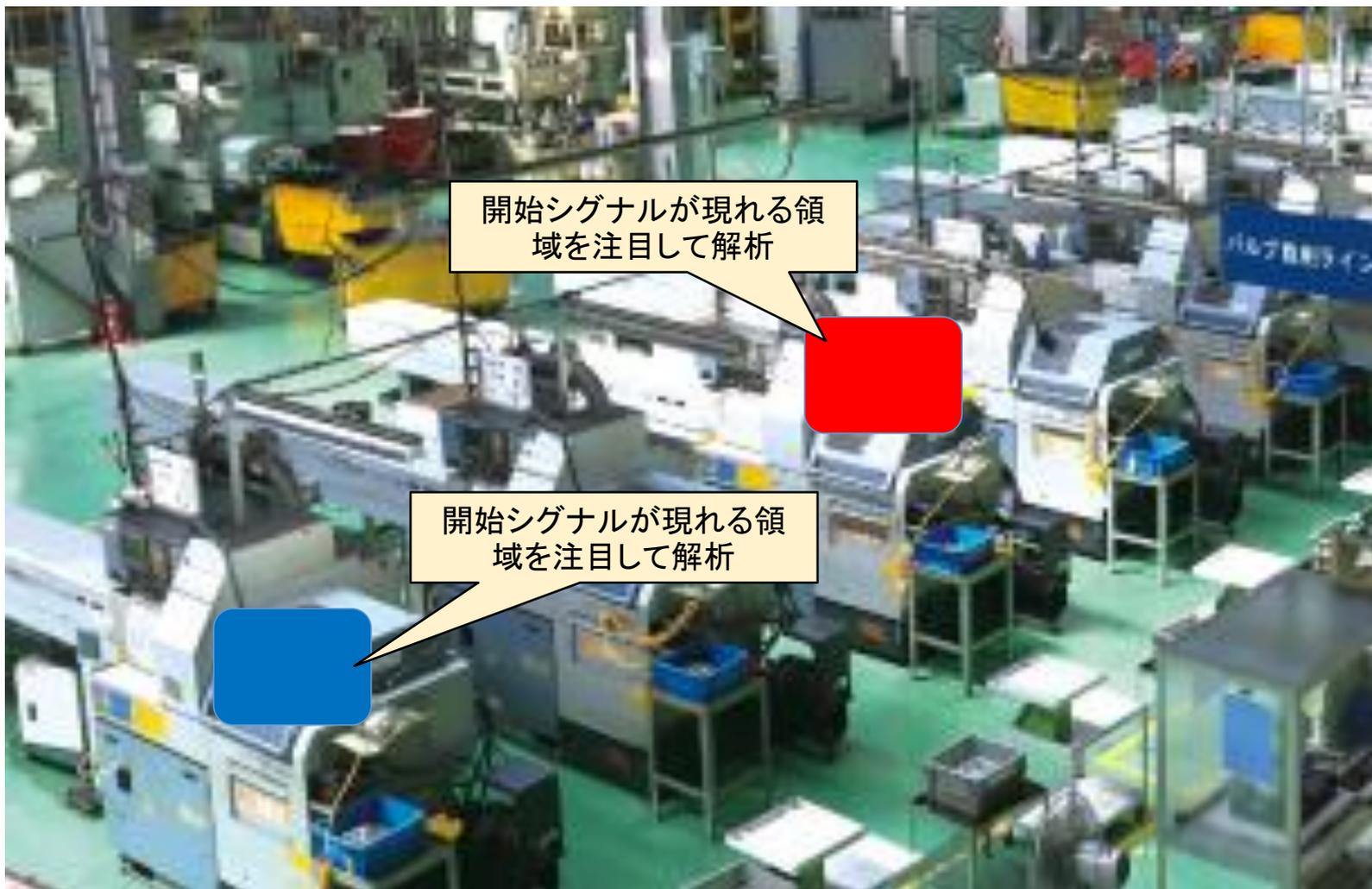
time



 C: Cyan(区切色)

動画のコマの処理概要

開始シグナルが現れた領域(複数可)に注目して領域の色の時系列遷移を解析します



特長 - 遅くても速くてもOK -

- 色の遷移がわかればよいので、伝達速度は送信側の表示速度、受信側の分解能力次第で遅くも早くもできる

→一般的なスマホやPCのカメラなら30-60FPS

→高速撮影が可能なカメラなら60FPS以上

→秒間、数十文字を伝達することも可能

iphone 30/60/120/240 fps
(アンドロイド)

Xperia XZ Premium max 960 fps

AQUOS SHV32 max 2100 fps

Samsung Galaxy S7 max 240 fps

仮に1.5秒で10文字伝えられた場合、、、

16進数

FF FFFF FFFF

10進数

1,099,511,627,775

→約1兆995億パターンの
情報が伝達できる

特長 - ありふれたもので通信 -

- ディスプレイやLEDなどの発光体とカメラ付きの受信デバイスがあれば通信できる。発光体もカメラ付きデバイスも普及していて容易に利用できる。

特長 - 小さくても粗くてもOK -

- 時系列の色の遷移を利用するので、QRコードやバーコードよりも表示領域が小さくても情報伝達できる
 - フォーカス合わせも不要
 - 画素が少なくて良い
- 情報伝達という普遍的なニーズに対して、電波を使用しない簡易で、低速から高速な伝達速度が可能、安全安心な通信手段を提供します。

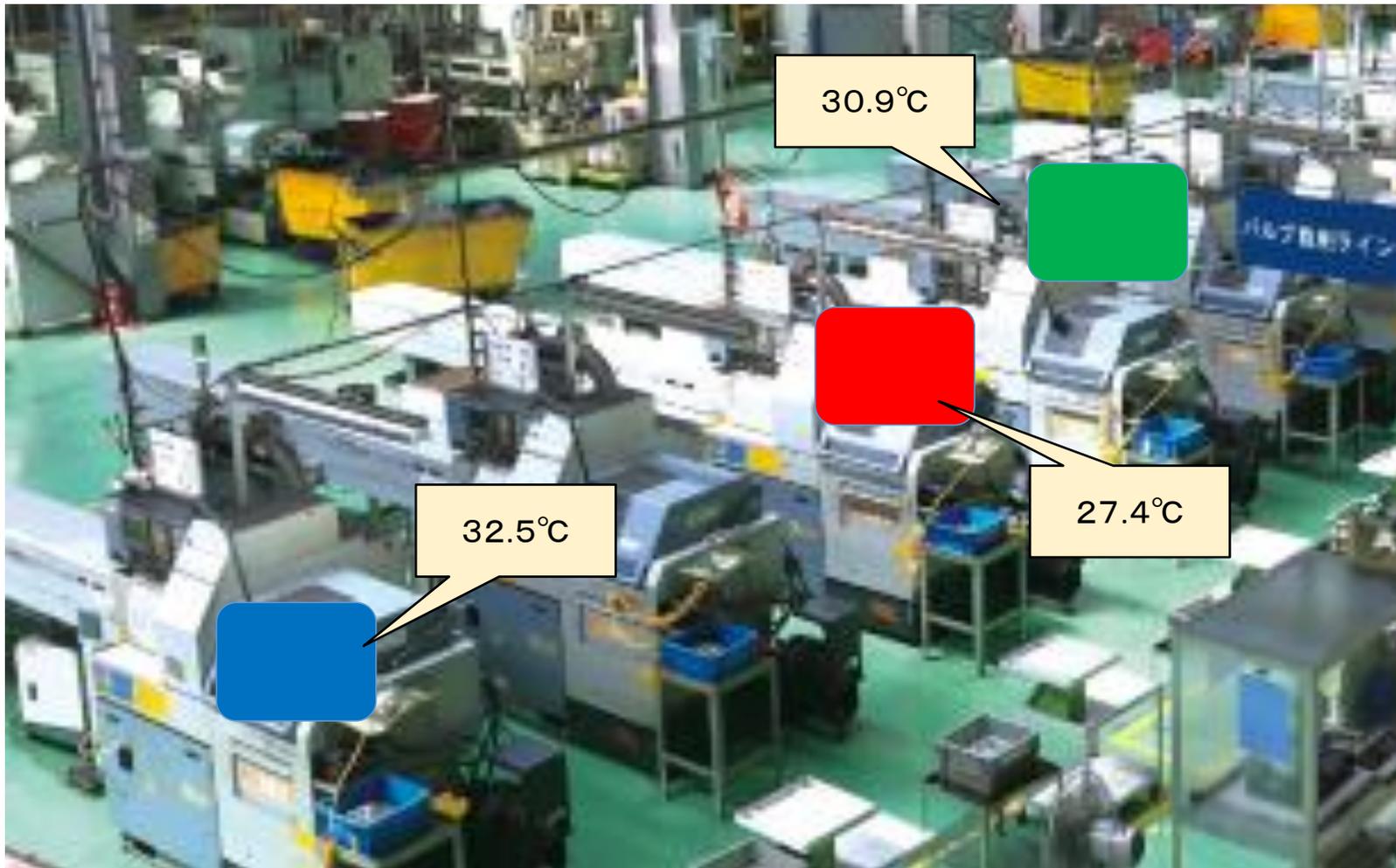
特長 他

- ウェアラブル端末は一般的に小さく、QRコードを利用するにしても、表示領域が小さく限界がある。また、小さいため搭載される部品は限られる。よって簡単に通信モジュールを搭載するということにはならない。当技術であれば時系列の色の遷移を利用するので、表示領域が小さくても情報伝達でき、カラーの表示領域がある端末であれば情報伝達できる。
- 他の機器に電波による影響を与えない、他の機器から電波による影響を与えられない通信手段の提供。
- 複数の光源からの受信が可能。複数地点の光源位置と通信データをモニタに表示し、異常の識別や位置特定が可能。
- 可視光は指向性が高いため、広範囲に電磁波が広がらないため通信を傍受されにくく安全に通信したいケースに利用できる。

特長 設置のしやすさ

センサーの設置場所・対象物の設定なしで、映像を通して直感的にセンサー値と位置がマッピングできる

→工場の従業員や、農業従事者等にも簡単に設置できる



デバイス

送信側	<ul style="list-style-type: none">• 液晶ディスプレイ• 有機ELディスプレイ• その他のカラーディスプレイ• LED	<ul style="list-style-type: none">• スマートフォン• スマートウォッチ• LEDが組み込まれた製品• テレビ• デジタルサイネージ	
受信側	<ul style="list-style-type: none">• 動画撮影可能なカメラ	<ul style="list-style-type: none">• スマートフォン• カメラ付きPC• デジタルカメラ• その他カメラ付き製品• カメラ搭載の自動車• HMD (for AR)• ドローン	

利用機器

[家電]



[ATM/CAT/POS]



[デジタルサイネージ]



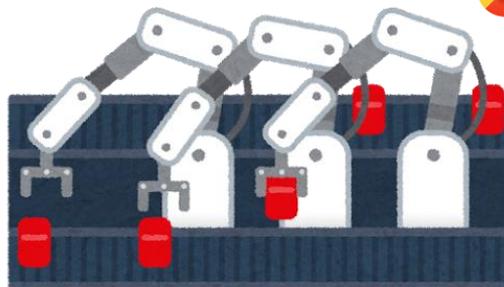
[ウェアラブル/スマホ/タブレット端末]



[スマートカー]



[製造機器/産業機器]



[ドローン]



:送信側



:受信側

類似例 - 2次元 -



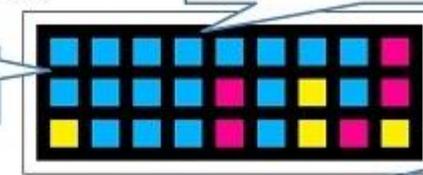
[QRコード]

伝えたい情報多ければ多いほど大きい2次元空間が必要

■コードサイズの条件■
※セルサイズを1とした場合

セル間の距離は0.5

内枠のサイズは横幅:14縦幅:5

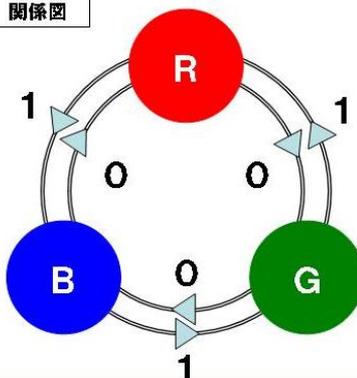


外枠のサイズは横幅:15縦幅:6

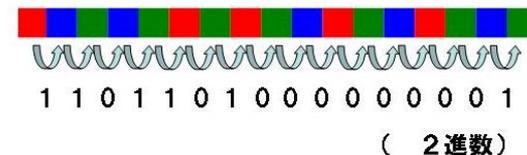
[カメレオンコード]シフト

カラービットは、「色の変化」をデータとしてシンボルを生成しています。
色の変化を「1」と「0」で判断することで、データを「ビット」で表現しています。

関係図



イメージ



45 (10進数)

[colorbit]
ビーコア

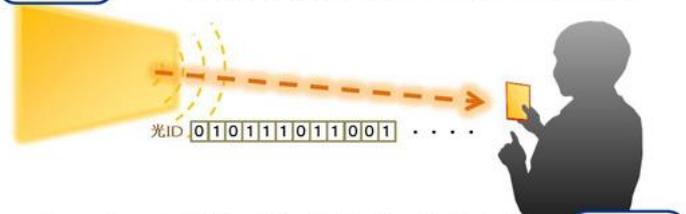
類似例 - 可視光 -

[光ID]Panasonic

光ID技術の概要

送信

「光ID」送信機能付きの照明器具、内照式看板 及びデジタルサイネージ ディスプレイから 光ID信号を送信 (LED光源の点滅(明暗)にデジタル信号を重畳)



光ID 010111101110011

受信

スマートフォン搭載のイメージセンサー(カメラ)を活用し、アプリケーションソフトで 光IDを認識 (光ID読み取りソフトウェアをインストールするだけ)

当社技術のポイント

3/16

○イメージセンサーの特性を活かし、一枚の画像から多くの情報を取得することを実現

 専用送信機器	従来の技術 1コマに1情報読み取り	1	0	1	 スマートフォン専用アプリケーション (専用受光機器)
 直接光  間接光	光ID 高速受信技術 1コマに複数情報を集約して読み取り	1コマ	1コマ	1コマ	 スマートフォン専用アプリケーション
		101...1	110...0	100...1	

一般的なデジタル式LED光源+変調モジュール

1コマに複数情報を集約して読み取ることで
“光ID読み取り速度：0.3秒以内”を実現

[picalico]casio

赤、緑、青、3色の变化の順列パターンが信号です
24回固定の変化順列で1つのIDを表します
IDコードは1,062,882通りです

信号例

色の变化する順番



色の变化は24回固定 (24個の色の序列 = 1データ)

出
※
※

比較 - 可視光通信・2次元光学系 -

	可視光通信			2次元光学系		
	ColorSignal	ピカリコ	光ID	QRコード	カメレオンコード	colorbit
必要デバイス (送信)	各種ディスプレイ、LED	各種ディスプレイ、LED	特殊なディスプレイ・照明	印刷物、各種ディスプレイ	印刷物	印刷物
必要デバイス (受信)	動画可のカメラ付デバイス	× 固定カメラ。スマホ向けSDK中止	△ スマホのみ	リーダー、スマホ等	カメラ付デバイス	カメラ付デバイス
速度	遅い～速い カメラ側のFPSに制限される	遅い	非常に速い	速い (フォーカス後)	速い	速い
フォーカス	○ 不要	○ 不要	○ 不要	× 必要	○ 不要	○ 不要
送信側受信側の 移動への対応	○	×	○	×	○	たぶん×
距離	近～遠	近～遠	近～中	近	近～中	近～中
同時受信	○	○	? たぶん不可	×	○	○
必要面積・画素	○	○	×	△	△	△
用途	∞	工場	エンタメ、サイネージ	様々	物品管理、物流等	物品管理、ARマーカ等
提供元	スターワン	カシオ計算機	Panasonic	※デンソーウェーブ	シフト	ビーコア

比較 - 無線系 -

	ColorSignal	3G/LTE	Wi-fi	LPWA系	Bluetooth	BLE	NFC	RFID
必要デバイス (送信)	各種ディスプレイ、 LED	SIM	専用モ ジュール	専用モ ジュール	専用モ ジュール	専用モジュール	専用チップ	RFタグ
必要デバイス (受信)	動画可のカメラ付 デバイス	SIM	専用モ ジュール	専用モ ジュール	専用モ ジュール	専用モジュール	専用リーダー	専用リーダー
送信側受信側の 移動への対応	○ (※撮影範囲内)	—	△	▲	△	△	×	△
距離	近い～遠い	遠い	中	遠い	中	中(5m程)	非常に近い	近～中
同時受信	○	×	×	?	○	○	×	×
電波障害・干渉	○	×	×	×	×	×	×	×
遮蔽物	×	○	△	○	▲	▲	×	○
事前手続	不要	要	認証	要	ペアリング	不要	不要	不要
用途	∞	通話、 ネット	ネット	様々	機器間通 信	ビーコン等	認証、決済等	物品管理、トレー ス、入退室管理 等
提供元	スターワン	—	—	様々	—	—	—	—

どういうケースで使用するのか？

1. 無線が使えない環境で

→ノイズ、電波障害・干渉が発生する現場(金属が多い。工場、発電所等)

→機器に影響を与えたくない現場(重要インフラ、精密機器がある)

2. 無線通信の同時接続チャンネル数の制限を超えて情報を送信したい

→2.4Ghz:3-4個、5Ghz:19個、920Mhz:20-30個

3. 映像撮影と同時に $+\alpha$ の情報受信

→インフラ設備、作物・農地、機械・装置の映像撮影等+センサー情報

4. 無線モジュールは搭載できないがディスプレイやLEDはあるデバイス

から情報送信

→搭載スペース、コスト面等で搭載できない(家電、ウェアブル端末)

5. 可視光通信の特性を活かした通信をしたい

→複数光源からの同時受信。指向性。

適用分野候補



特長と応用範囲の関係

特長	応用範囲
撮影と同時にセンサー情報受信可能	農業、インフラ監視、ドローン、AR、生産ライン
送信源の位置把握可能	農業、インフラ監視、ドローン、AR、物流、生産ライン
同時に複数の信号受信可能	位置情報、無人XX(搬送車、農機、建機)、自動運転、物流、生産ライン、建設
撮影範囲内であれば送信側受信側が移動しても受信可能	無人XX(搬送車、農機、建機)、自動運転
身近なもので通信	販売促進、家電、ウェアラブル端末
表示部が小さくてもよい	家電、ウェアラブル端末
生体に影響ない	医療
電波障害・干渉に影響されない・しない	医療、精密機器、生産ライン、重要インフラ

ターゲット市場・分野の評価と優先順位

市場	ユースケース・何を伝えるか	市場の成長性①	ニーズの強さ②	①×②	相性+点	相性-点	相性	相性備考	総合点
AR	センサー、各種ステータス、作業指示、販促	5	4	20	0.5		1.5	+映像と同時に情報受信	30.0
M2M	センサー、各種ステータス、作業指示	5	4	20	0.5		1.5	+映像と同時に情報受信	30.0
ウェアラブル	センサー、各種ステータス、認証	5	4	20	0.5		1.5	+表示部が小さくてよい	30.0
ドローン	センサー、各種ステータス、作業指示	5	4	20	0.5	0.25	1.25	+映像と同時に情報受信 -様々な外部環境	25.0
スマートホーム・家電	センサー、各種ステータス	5	4	20	0.5	0.5	1	+表示部が小さくてよい -受信デバイスがスマホにほぼ限定	20.0
生産ライン・スマート工場	センサー、各種ステータス、作業指示	5	5	25	0.25		1.25	+ノイズ、干渉、競合と無縁 +類似のピカリコが導入	31.3
インフラ監視	センサー、各種ステータス	4	4	16	0.5	0.25	1.25	+映像と同時に情報受信。 -様々な外部環境	20.0
農業	センサー、無人機走行用	4	4	16		0.25	0.75	-様々な外部環境。 -センサー電源	12.0
金融	認証、ワンタイムパスワード	4	5	20		0.5	0.5	-近接は他技術が普及	10.0
物流(室内)	センサー、各種ステータス、ピッキング、無人機走行用	4	3	12			1		12.0
建設・建機	センサー、各種ステータス、無人機走行用	4	3	12		0.25	0.75	-様々な外部環境	9.0
医療	センサー、各種ステータス	4	3	12	0.25		1.25	+人体、機器への影響がない	15.0
交通・乗物	センサー、自動運転関連	5	4	20		0.5	0.5	+高速移動対応 -様々な外部環境	10.0
販売促進	キャンペーン、おすすめ、URL	4	2	8	0.5	0.5	1	-近接は他技術が普及。 +だが離れた距離は分がある	8.0
エンタメ・ホビー	各種情報	3	2	6	0.25		1.25	+情報発信源が分かる	7.5

どういう情報を伝えるか？

- 認証情報
- 決済情報
- 何らかの状態
- その他なんでもOK
 - ワンタイムパスワード
 - URL/メールアドレス
 - etc

ID化した情報の伝達

送信したい情報をそのままの文字で送ろうとすると時間がかかるのでID化した情報を伝達するのが現実的になります。※事前マッピングが必要

16進数桁数	ID数	IDが表す情報のサンプル				
		ユーザID	土壌の状態	URL	装置の状態	好きなアーティスト
1	16	1	0000001 温度20C 湿度50%	aaaa.com/1	問題なし	A
2	256	2	0000002 温度20C 湿度51%	aaaa.com/2	部品Aの警告	B
3	4,096	3	0000002 温度20C 湿度52%	aaaa.com/3	部品Aの異常	C
4	65,536	～中略～				
5	1,048,576	100	0000100 温度30C 湿度60%	xxxxx.com/1	部品Cの警告	X
6	16,777,216	～中略～				
7	268,435,456	9999	0009999 温度40C 湿度90%	xyz.com/999	部品Xの異常	Y
8	4,294,967,296					
9	68,719,476,736					
10	1,099,511,627,776					

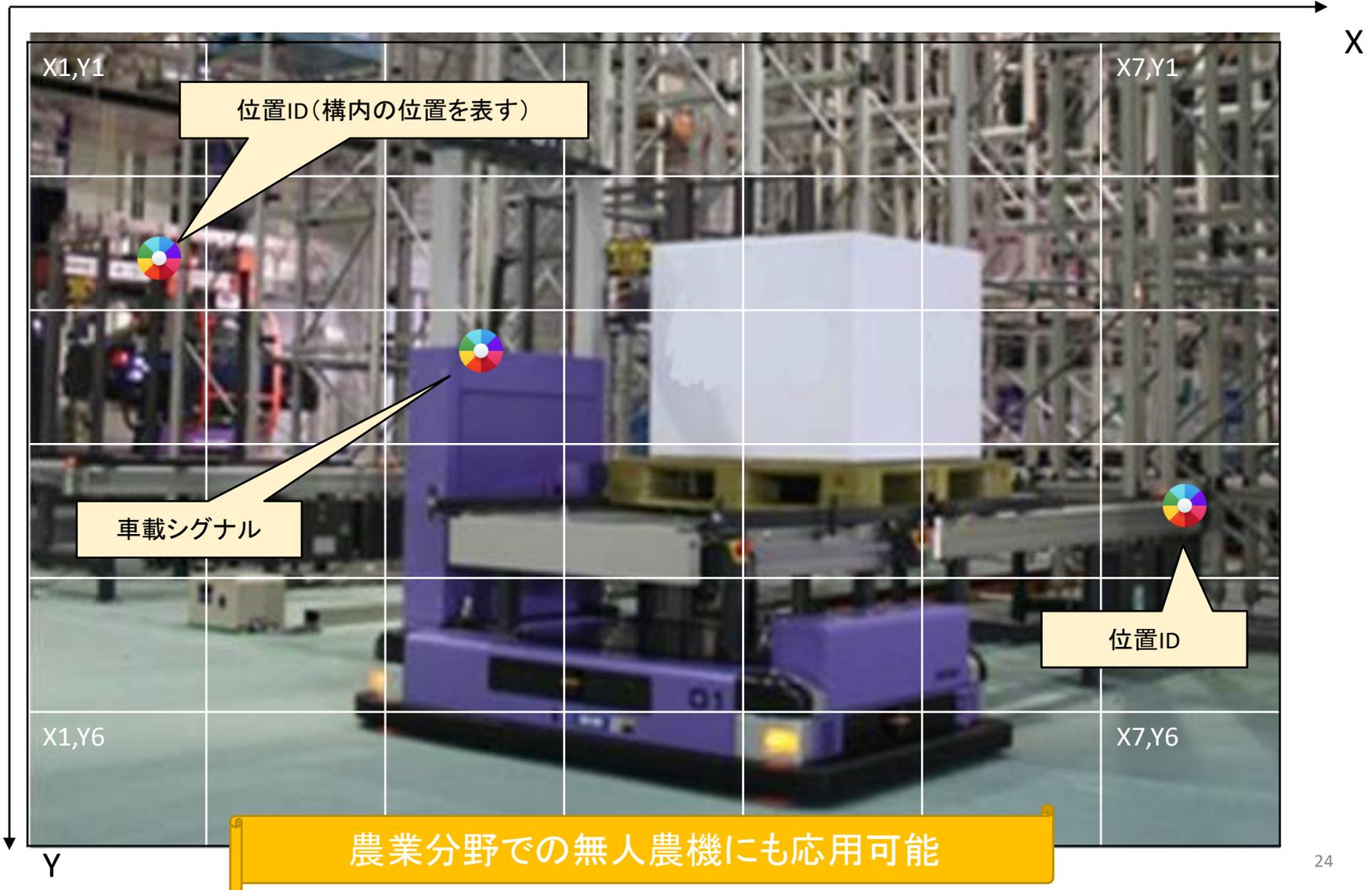
可視光通信のIoT適用分野



「IoTの世界では一つの技術(電波)ですべての分野をカバーすることはできない」
「電波と重なる部分では争わない。可視光ならではの強みを生かす」

ユースケース例 - 無人搬送車の自己位置把握と衝突回避 -

搬送車のカメラが前方をとらえた動画の1コマ

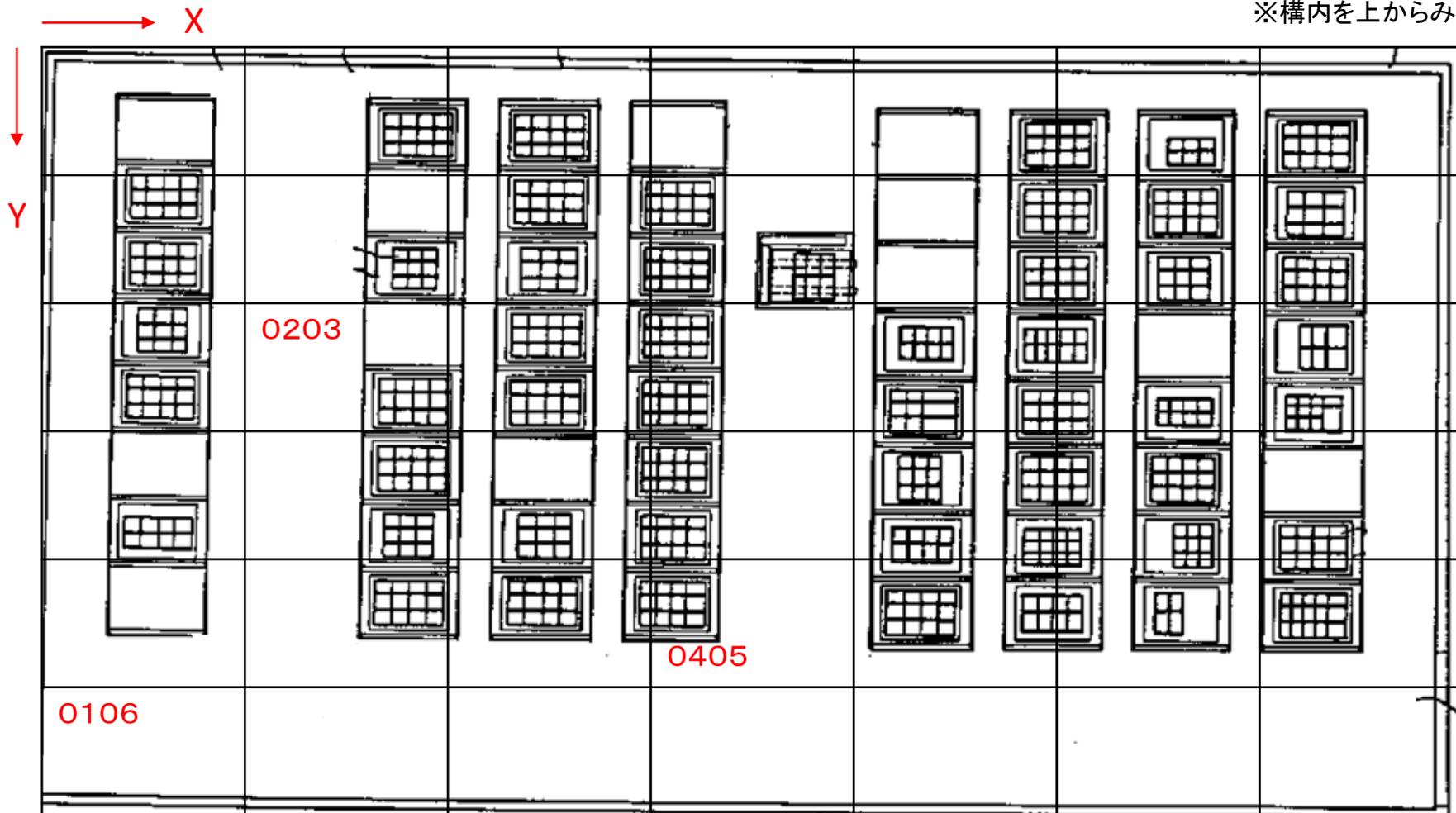


位置IDについて

構内平面をいくつかの論理的な区画に分割してそれぞれに位置IDを割り当てる

→ 例(0203、0106) : 左2桁がX軸の番地、右2桁がY軸の番地

※構内を上からみた図



ユースケース例 - 自動運転 -



トンネル内の位置把握に

屋内駐車場の位置把握に



ユースケース例

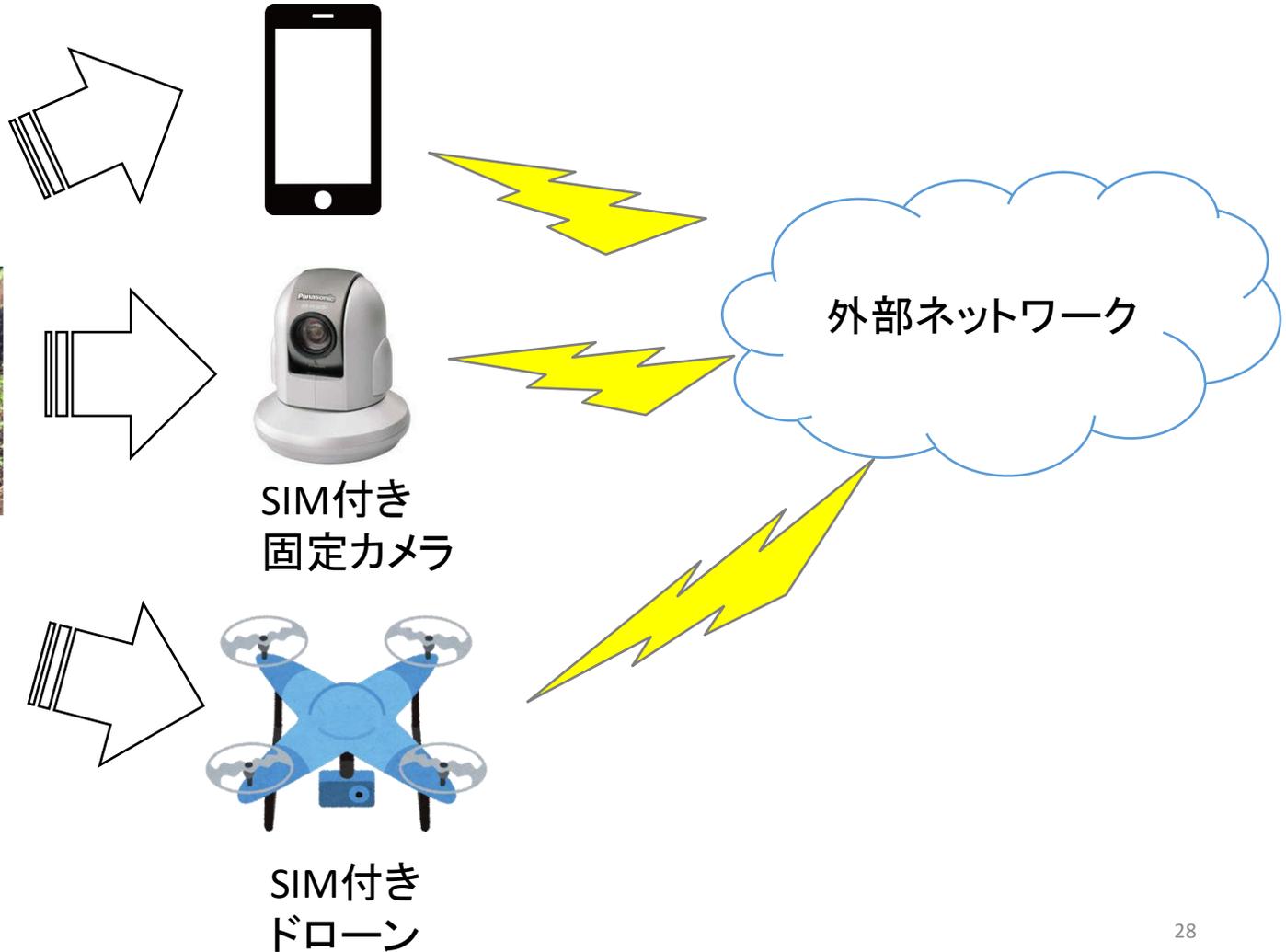
- 無線モジュールなし土壤センサーの情報受信 -



ユースケース例

- 無線モジュールなし土壤センサーの情報受信 -

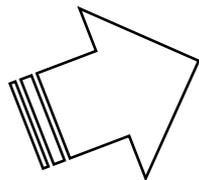
生育状態の把握と同時にシグナルの受信も可能



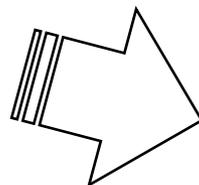
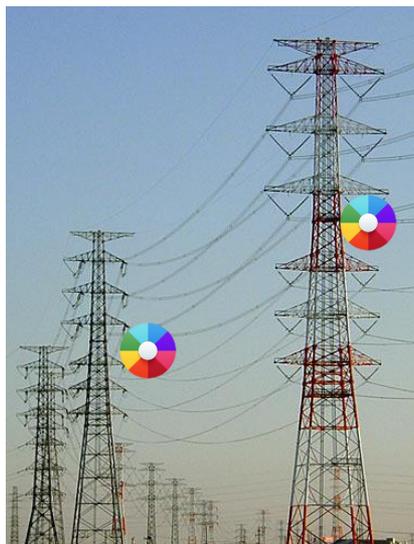
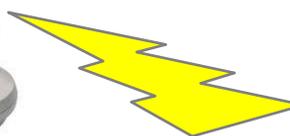
ユースケース例

- インフラ監視とセンサーの情報受信 -

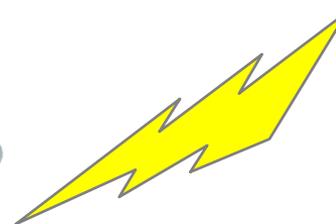
状態の把握と同時にシグナルの受信も可能



SIM付き
固定カメラ



SIM付き
ドローン



ドローン点検にも活用

東電など 高所の電力設備で

をめざす。

東京電力ホールディングス（HD）や小型無人機（ドローン）の飛行システムを共同開発すると発表した。鉄塔や送電線といった高所に点検する。作業員はドローン（東京・千代田）は24日、ドローンで電力設備を試験を始め、19年の実用化で確認できる。

NTT西日本は24日、ドローン（小型無人機）を使いインフラなどの点検サービスを始めたと発表した。まずは太陽光発電パネルが対象で、従来の目視や手作業、機材の調達や操縦、撮影は専門店を運営するワールドリンク&カンパニー（京都市）に委託する。通常の料金3〜5割安く、作業時間は半分になるといわれる。別でできるサーモカメラを搭載したドローンを飛ばし、故障して熱が高くなった場所を見つめる。太陽光パネル面積が1万平方メートルの場合、料金は15万円程度になる見込み。

NTT西 まず太陽光パネル

る見込み。

ユースケース例 - ARへの活用 -



設置されたLEDからセンサー情報等を同時受信

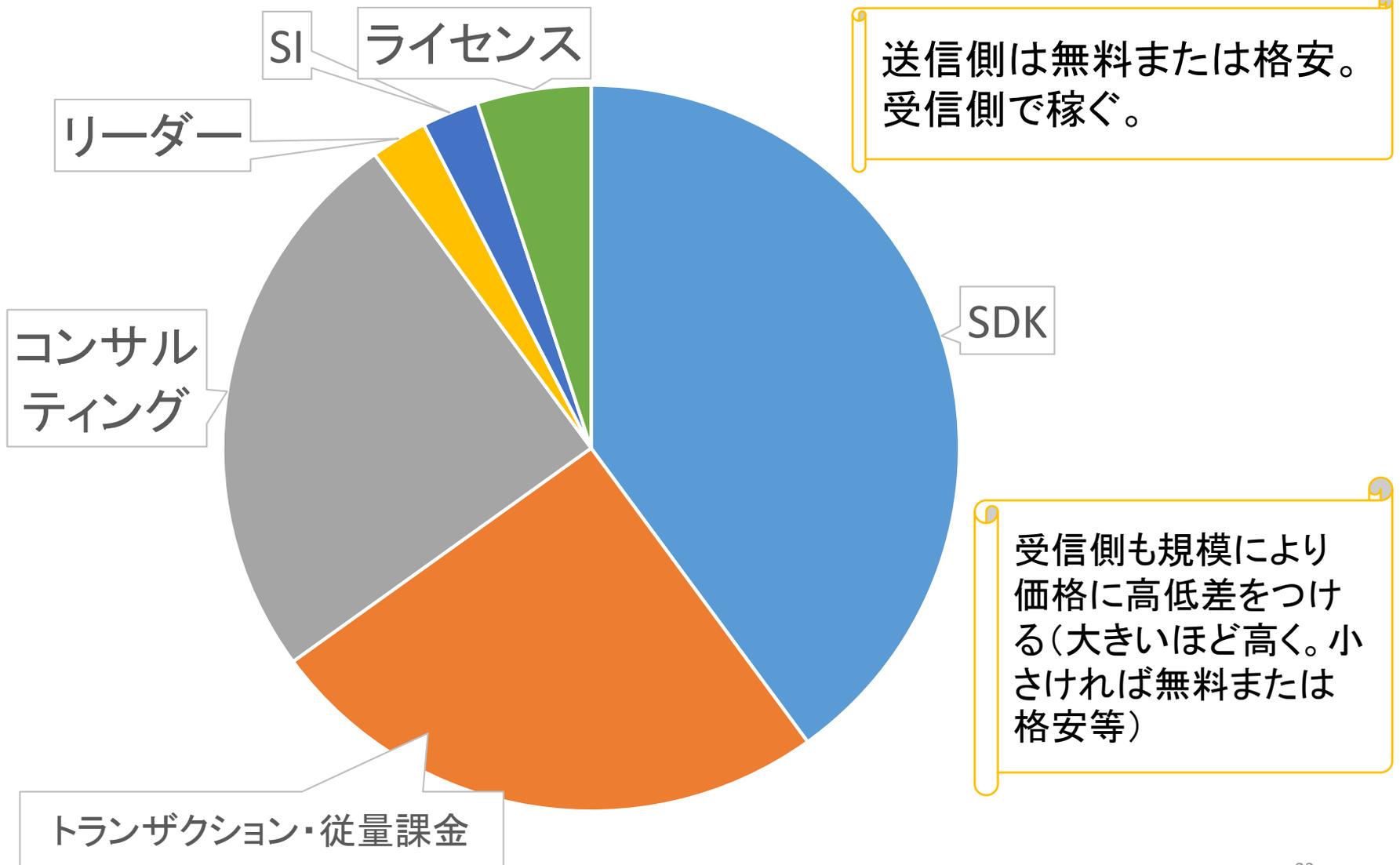
ユースケース例

- mobilePOSへの活用 -



このような読み取り機が不要になる
(カメラでOK)

ビジネスモデル



知的財産戦略

特許とれなそう	特許取れそう			
	ばれやすい→特許とる(申請する)			ばれにくい→特許とらない(ノウハウ)
認知度を上げる	使わせる(無料・格安)	使わせる(有料)	使わせない(自分だけ)	隠す(自分だけ)
	オープン		クローズ	
送信側		範囲未確定	受信側コア技術	
			受信側周辺技術	
			動体認識、小さい標的認識、対人刺激除去 etc	
				ノイズ除去 高速処理 色判定の高速化・適正化

技術の確立

プロトコル標準化を目指す

ヒアリング結果抜粋

エンタメ系にも使えそう

IoTコンサル会社担当者

他の技術との優位性がわからない

銀行管理職

金属に囲まれているので
ノイズが発生して無線が
使えない場所がある

某電力会社研究所 主任

ノイズが発生して無線が使えない

食品向け工場装置製造 管理職

- ・工場はノイズが多い
- ・無線通信はチャンネル数に限界がある
- ・無線に代わる通信技術を探している

通信事業者 wifi推進担当

- ・通信していることが見て分かるのが良い
- ・センサーの位置マッピングが設定レスで直感的にできそう

某国立大教授(農業IoT)

ユースケースが
イメージ出来ない

文教系企業管理職

- ・製造現場に固定カメラが導入されているのでそれを活かすのが有効かも
- ・古い装置が多い(通信IFが不足)

ITベンダー管理職

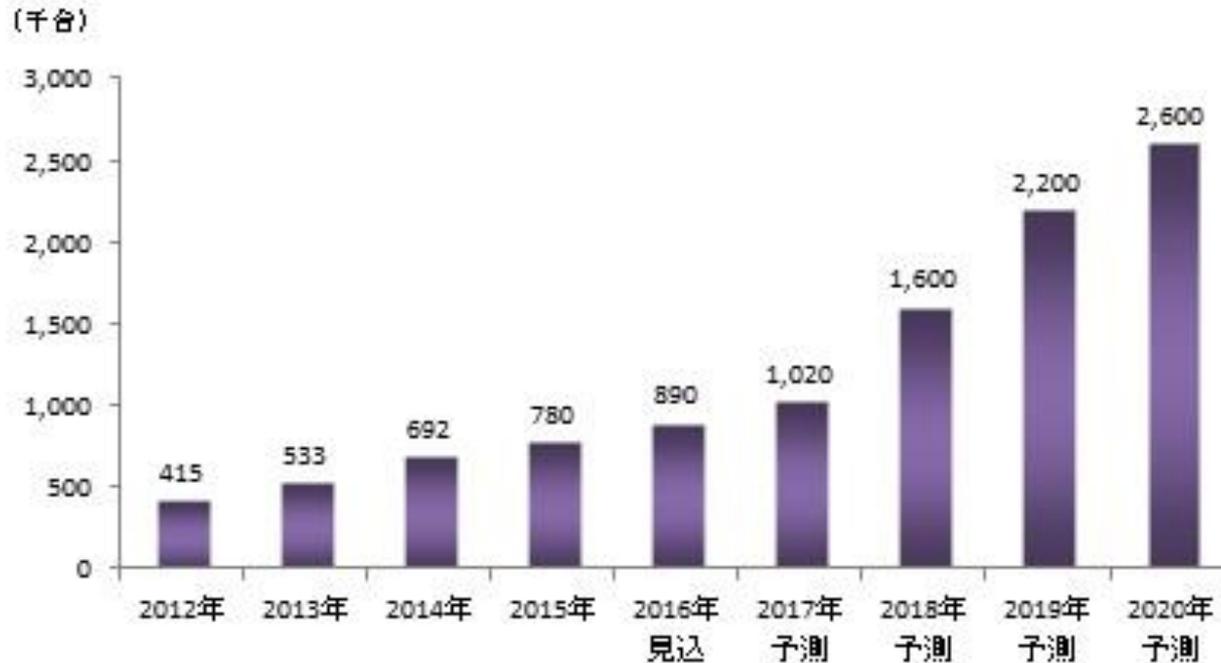
製造・保守現場における強み・弱み・機会

- 強み)工場、生産現場ではノイズが発生しやすい
 - 原因は装置、金属の多さ、他の無線通信の影響
- 弱み)無線通信とのスペック競争はしない。適材適所、補完関係
- 機会)ネットワークカメラ、IPカメラ導入が増加傾向
 - 監視、事故時のFB、画像解析等
- 機会)IoT化に伴い送信デバイスが増えていくと予想される
 - 無線ではチャンネル数に制限。有線は増やすのが困難

→ColorSignalは、複数の送信源からの一括受信が可能で、電波障害・干渉に影響されない・しない、動画・画像解析との相性もいい

参考 - NWカメラ国内市場規模推移

IP(ネットワーク)カメラ国内市場規模推移(出荷台数ベース)



(単位:千台)

	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年 見込	2017年 予測	2018年 予測	2019年 予測	2020年 予測
IPカメラ 国内出荷台数	415	533	692	780	890	1,020	1,600	2,200	2,600
前年比	118.6%	128.4%	129.8%	112.7%	114.1%	114.6%	156.9%	137.5%	118.2%

※矢野経済研究所推計