

高機能イメージセンサー 『ビジョンチップ』と その産業・医療応用

奈良先端科学技術大学院大学
物質創成科学研究科
太田 淳

e-mail: ohta@ms.aist-nara.ac.jp

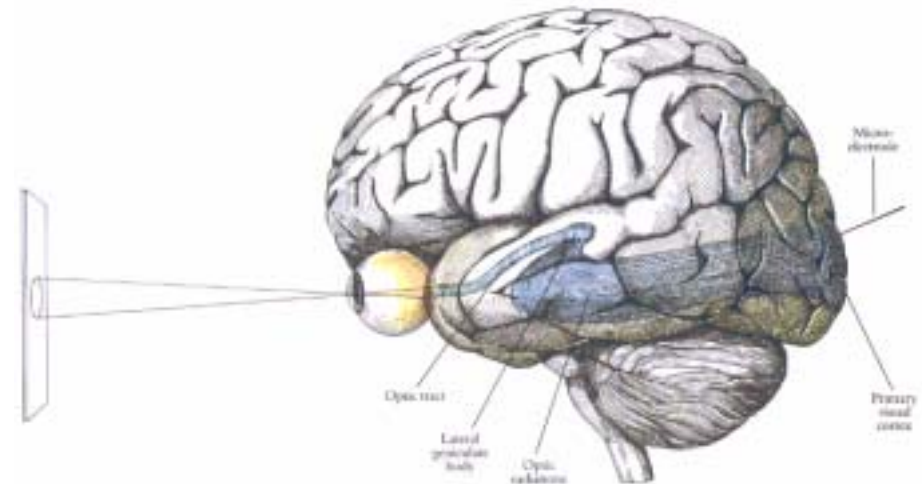
<http://www.aist-nara.ac.jp/~ohta/index.html>

内容

- 人間の目とデジタルカメラ
 - 高度な進化を遂げた人間の目と最近進展が著しいデジタルカメラ
何が同じで何が異なるのか
- ビジョンチップとは
 - 現行の進んだLSI技術を背景によりインテリジェントなイメージセンサへ
- 応用例
 - 光無線通信用ビジョンチップ
 - イメージセンサと高速光通信との融合
 - 全体を眺める「目」と注目したものを素早く見る「目」の共存 -
 - 変調光検波方式ビジョンチップ
 - 見たいものだけを見る「目」
 - 人工視覚用ビジョンチップ
 - 究極のビジョンチップ
 - 人間の視覚代行を目指して -

生体の目

- 視覚情報
生きていく上で極めて重要な情報
 - 形
 - 輪郭(境界)
 - 解像度(精細さ)
 - 動き
 - 色
 - 異なる照明下でも同じ色に「見える」
 - 明暗順応
 - 明るいところから暗いところまで(真夏の太陽下から星明かりまで:6桁以上)

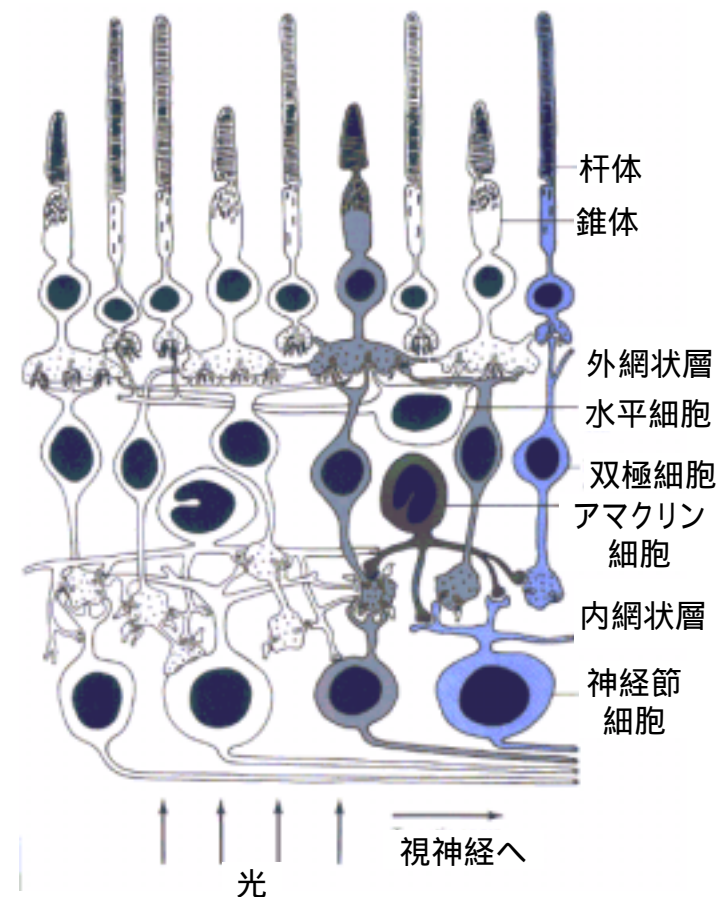


- 網膜上で情報処理
 - 目は単なるカメラではない
 - 網膜はフィルムやイメージセンサーではない
 - 1億個以上の情報を100万個に圧縮
- カメラは人間が見て「きれいな画像を撮ることを目的

視覚機能

- 網膜とCCDとの比較 -

項目	網膜	CCD
解像度	錐体:約650万(中心窩,明視) 杆体:約1億2千万(周辺部,薄明視) 神経節細胞:約100万	300万~1000万
サイズ	錐体:直径約2 μ m	画素:約3 μ m
色	3種類(L, M, S錐体)	RGB/補色系
最低照度	7桁以上(順応機能) 約0.001ルクス	3~4桁 0.1~1ルクス
受光方式	異性化 2段階増幅(500 \times 500) <10msec	電子・正孔対発生 (光電変換) 蓄積(33msec)
機能	光電変換 順応機能 空間的コントラスト処理 時間的変化処理 色情報処理 パルス頻度出力	光電変換 電荷転送 走査回路 出力回路(FDA) アナログ電圧 信号出力



イメージセンサの種類

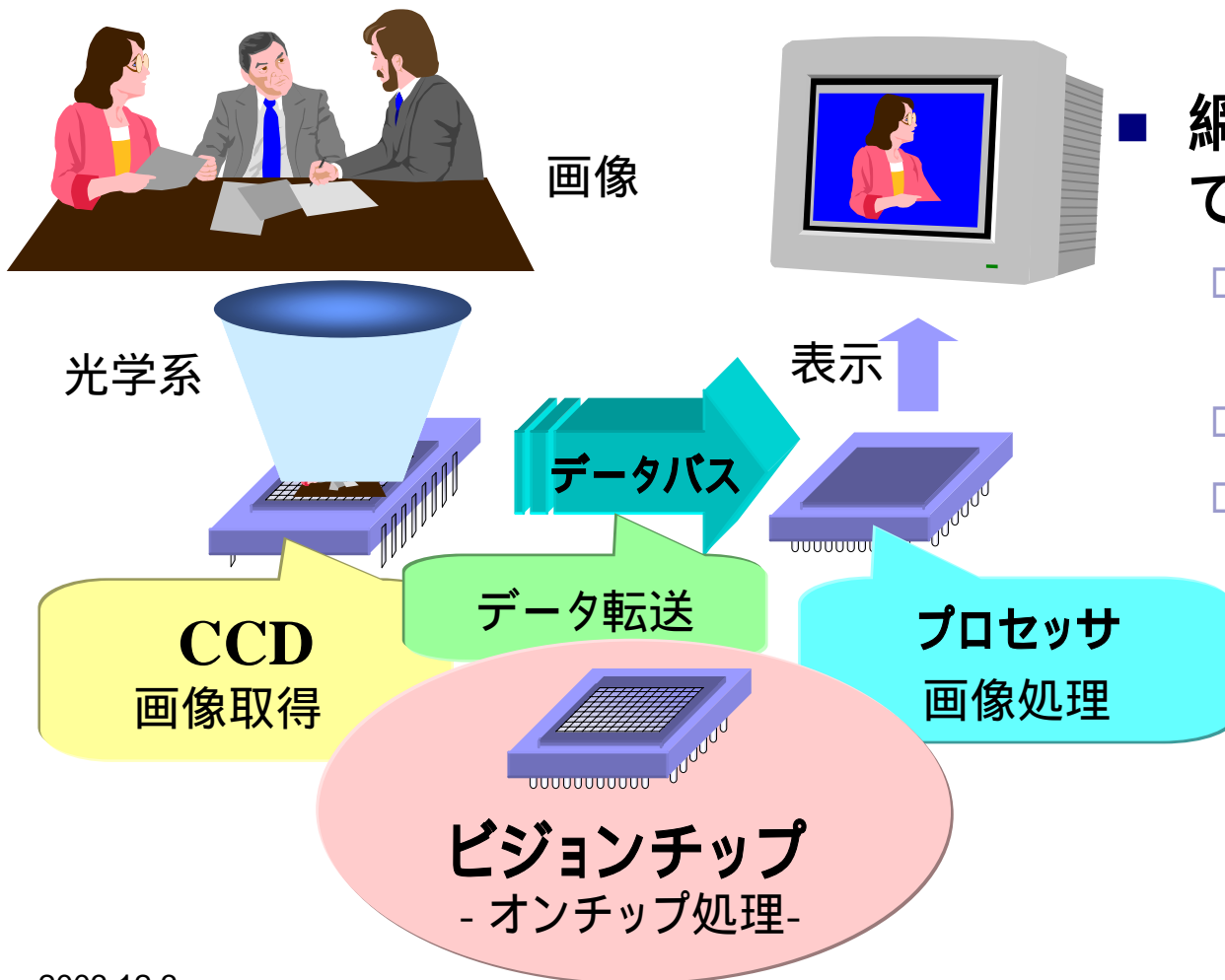
- CCDとCMOS -

- CCD (電荷結合素子)
 - 現在の主流
 - 低ノイズ
 - 特別な作製方法
 - 他の回路の集積化困難
- CMOS (相補型金属酸化物半導体)
 - ノイズは通常CCDより大きい
 - 通常のIC, LSIと同じ作製方法
 - マイコンなどと同じ 他回路の集積化容易 Camera On Chip

CMOS技術とイメージセンサ

- CMOS技術 現行LSI製造プロセスの主流:ムーアの法則
 - 微細化(加工寸法0.1 μm 以下)
 - 低消費電力化
 - 高速化
- 汎用LSI製造プロセス
 - 成熟した回路技術利用可能
 - 最新のプロセス利用可能 微細化
 - 低コスト化
- 低消費電力
 - バッテリ駆動可能
 - モバイル機器, 生体内埋め込み応用
- 信号処理回路集積化
 - オンチップ画像処理による小型化・インテリジェント化
 - Camera On A Chip, System On A Chip
 - 網膜のようなチップ上での前処理機能集積化 ビジョンチップ

ビジョンチップの概念



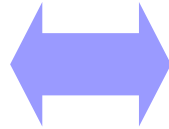
■ 網膜のようにチップ上で前処理

- 画素内に処理機能集積化
- 画素並列処理
- 小型化

光無線通信システム

長所

- 高速 (>Gbps)
- 盗聴されにくい
- 干渉がない

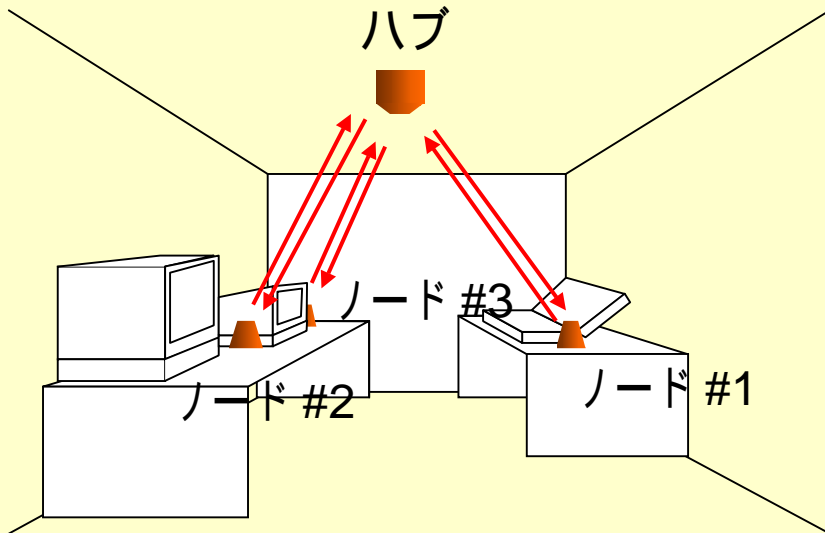


短所

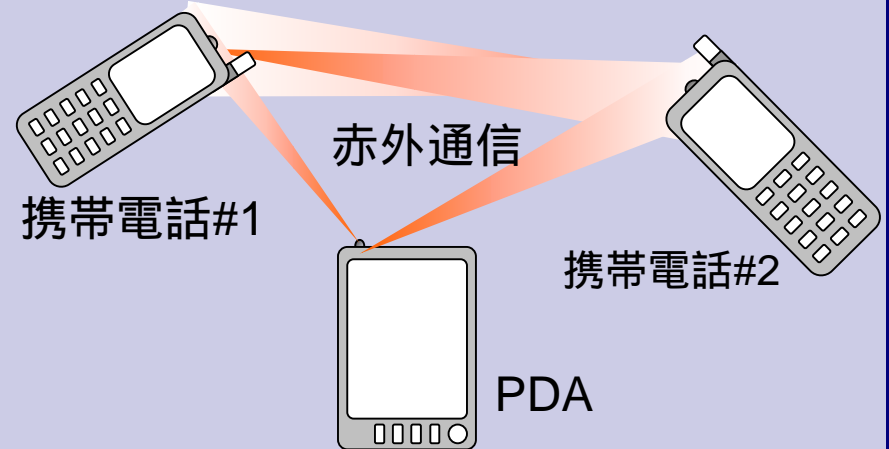
- 1対1通信
 - ◆ スキャン機構が必要
 - ◆ ノード探索
- 高速受光素子・発光素子が必要



光無線LAN

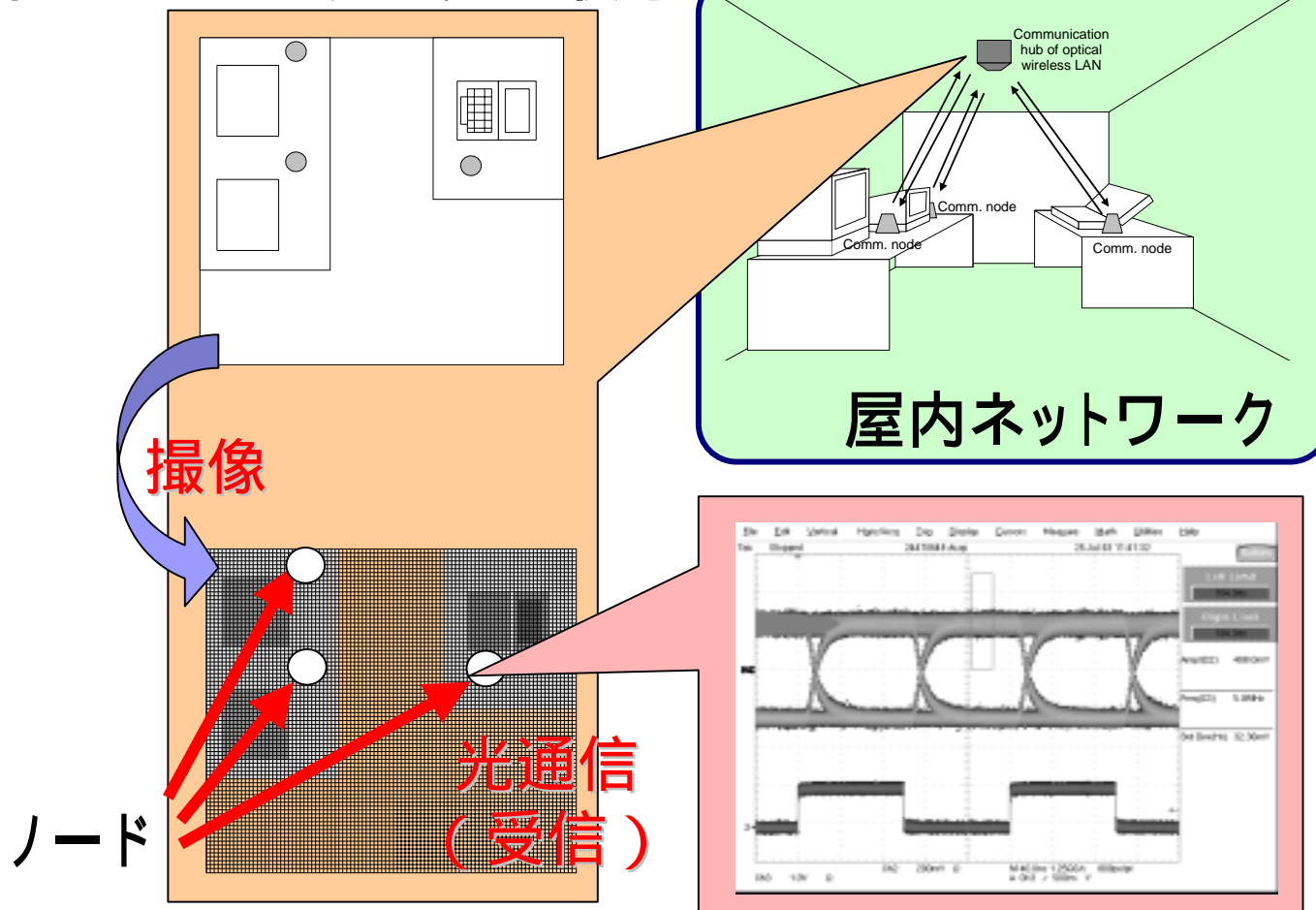


モバイルシステム用IrDA通信



光無線通信用ビジョンチップによる通信

天井のハブから床を見た状態

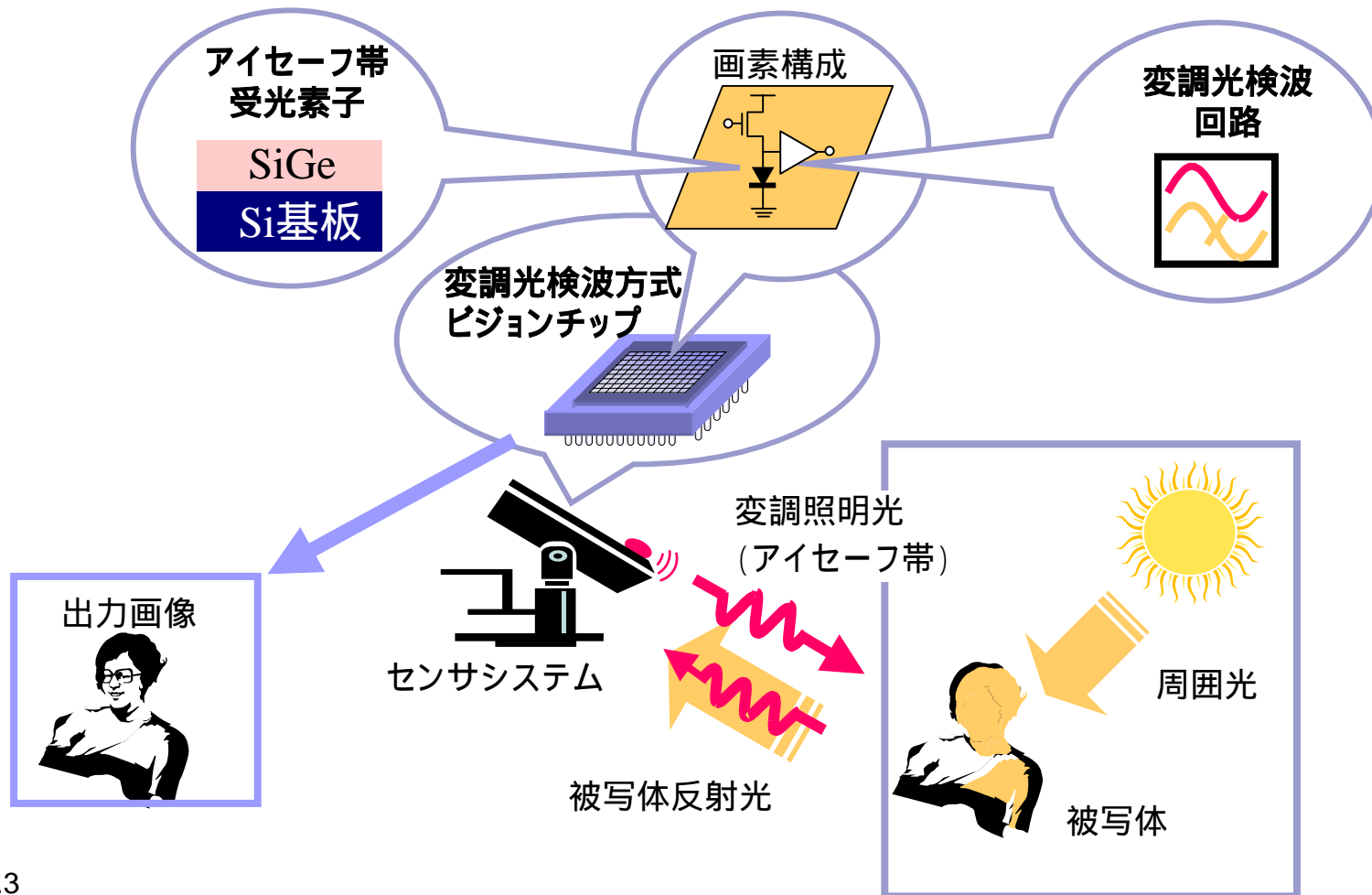


ハブの光無線用ビジョンチップ
からの画像出力(撮像モード)

光信号受信画素からの
増幅信号出力(通信モード)

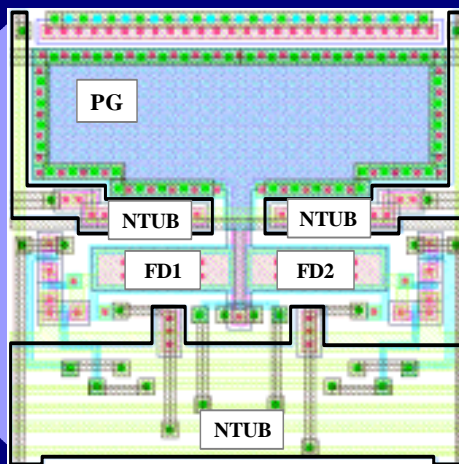
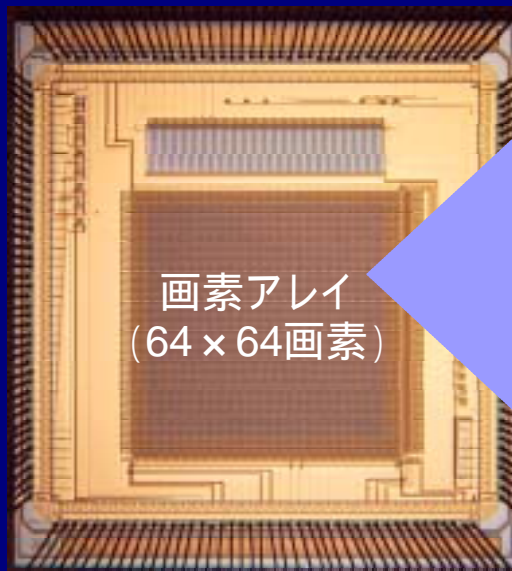
変調光検波方式ビジョンチップの概念

周囲光に影響されない安全で知的な
イメージセンサシステム



変調光検波方式ビジョンチップの実験結果

チップ写真と画素レイアウト

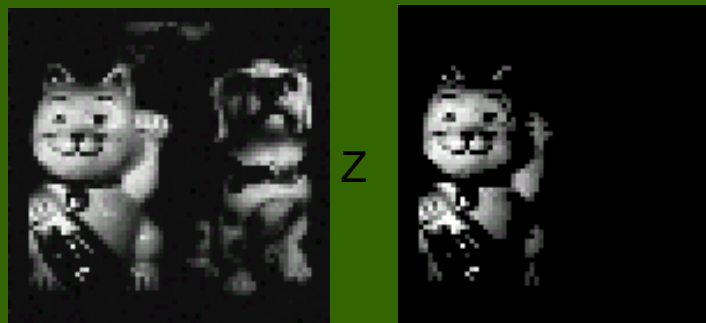


マーカー追跡



変調光 + 背景光 変調光

撮像結果

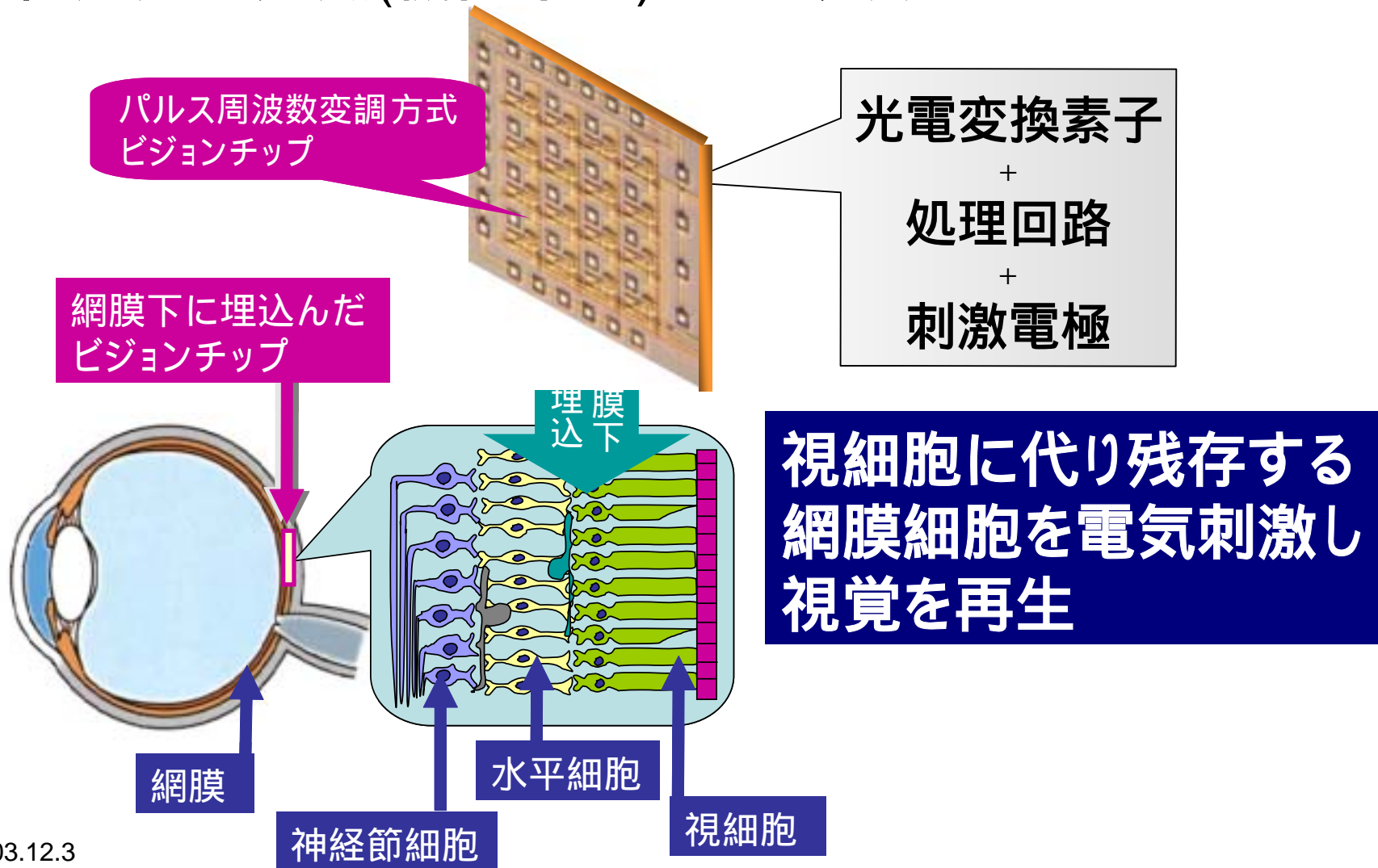


変調光 + 背景光

変調光成分

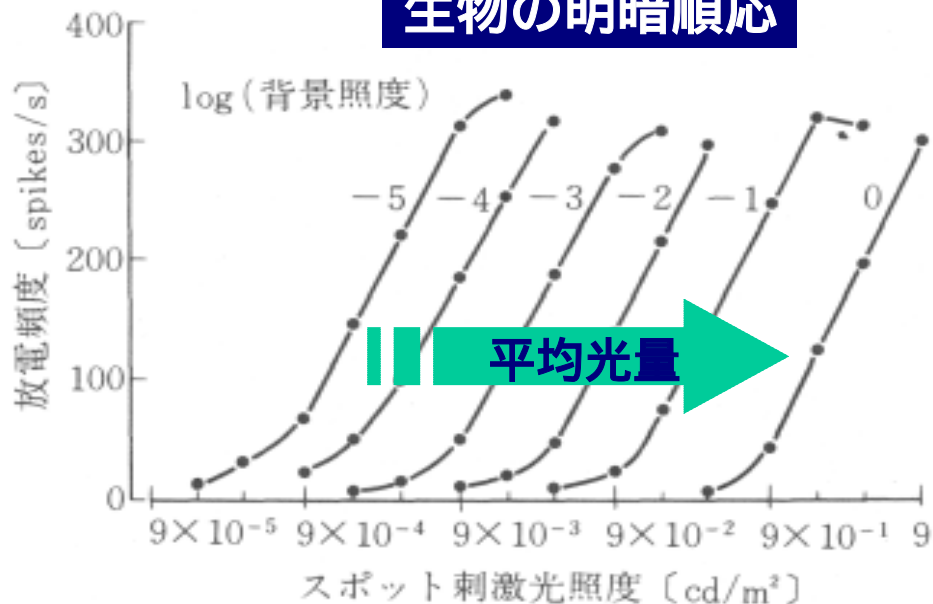
人工視覚用ビジョンチップ

■ 視細胞の死滅(機能不全)による失明



人工視覚用ビジョンチップの機能例

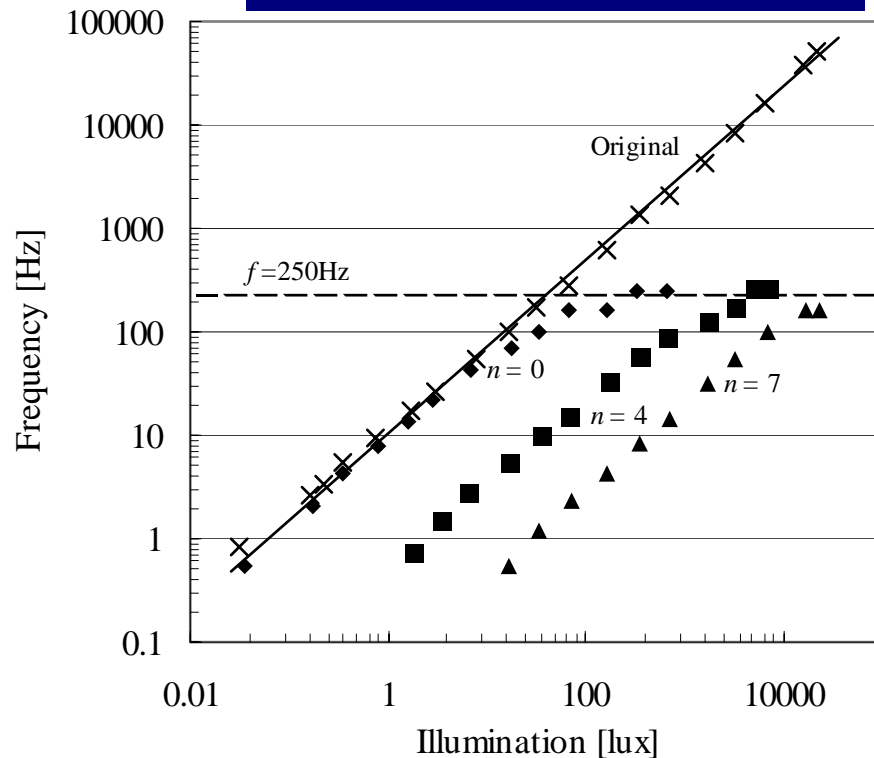
生物の明暗順応



猫網膜細胞の光応答特性

星宮他, 生体情報工学より

ビジョンチップの明暗順応



試作ビジョンチップの光応答特性

生物に学ぶ = 明暗順応機能の導入
 上限周波数を保ちながら入射光範囲を拡大