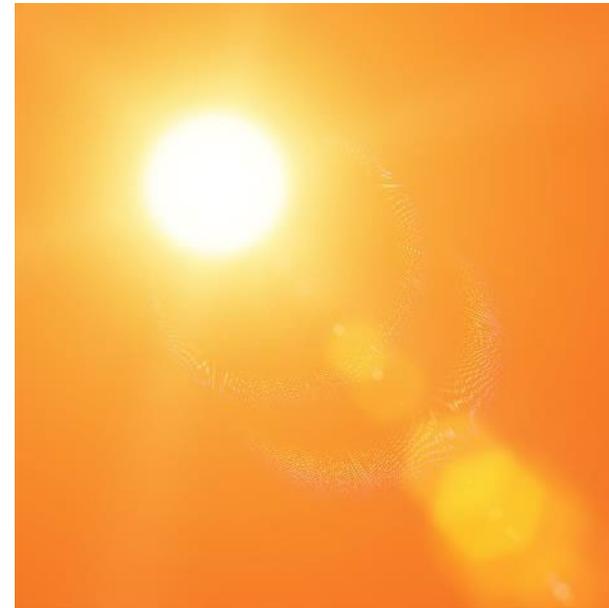


2023年度推進テーマ  
「医療分野における色彩の標準化と社会実装」

一般社団法人 産業競争力懇談会（COCN）

大日本印刷株式会社 フェロー 中村典永

# 画像の色は正確か？



# 画像の色は正確か？（医療用機器の場合）

## 参考) 病理診断の例

撮像機器  
(Whole Slide Imaging)

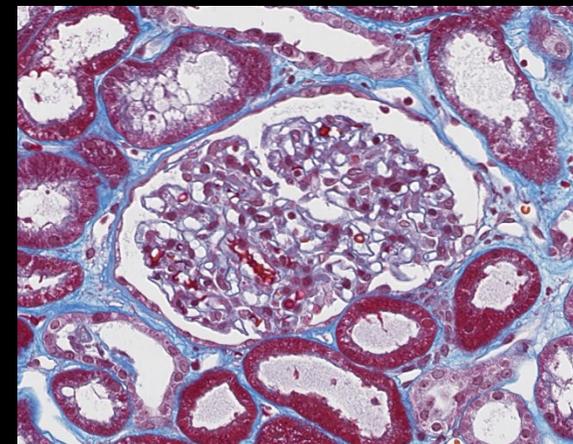
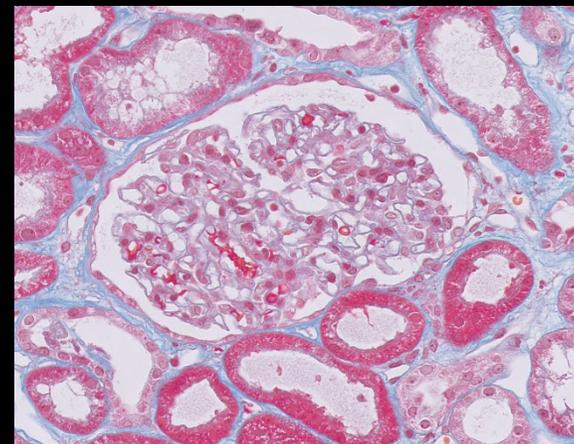
Philips製



浜松ホトニクス製



撮影画像



# 目次

1. はじめに
2. 「テーマ選定の背景」と「活動の目標と出口」
3. 対象領域
4. 色補正フロー
5. カメラの色再現精度と色補正の改善効果
6. 病理診断について(AIへの影響)
7. 社会実装について
8. 国際標準化
9. 今後に向けて

## はじめに

現在、医療分野で使われているカメラは、特定の症状を検査するためのカメラから、一般に売られているカメラを用いたアマチュアレベルの撮影にわたり、画像データとしての一貫がありません。

医療現場で画像を利用することが常識化していますが、カメラ選択や使用方法が医師に任せられ、その画像に価値はありますが、同じ土俵に乗せて議論するには、「色」「明るさ」「解像度」など様々な組み合わせが存在してしまい、比較するには正確性に欠ける状況にあります。

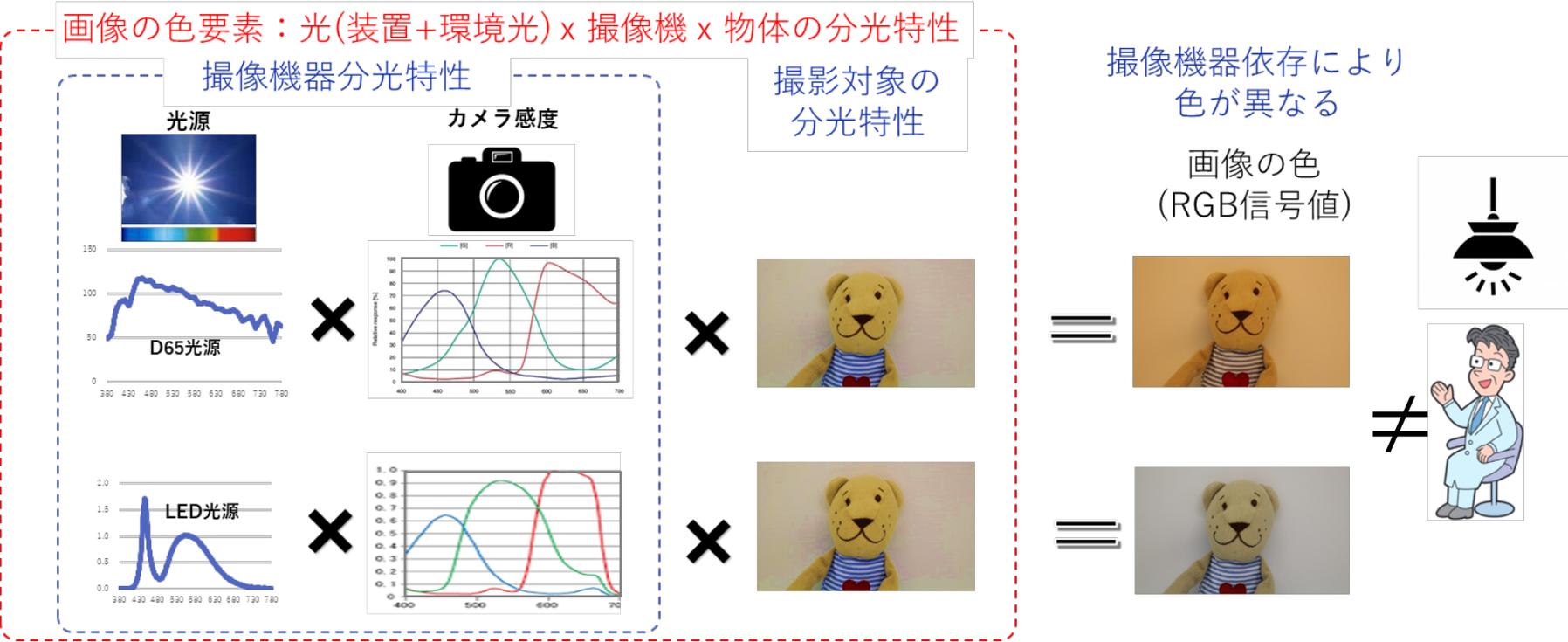
特に、撮影する時の環境光が異なるために、患部の見え方が異なったり、カメラによっても見え方が異なることが発生しています。

結果として、医療現場ごとの画像が存在し、画像が医療における進化に貢献できていないことになります。色を合わせることにより、同じ土俵での診察が可能になり、その結果、画像の価値が上がり、医療の進化を推進し、人々の生活にフィードバック出来ることに繋がると考えております。

# 本テーマを選んだ背景

新型コロナウイルスの感染拡大により、医療分野でのオンライン診療のニーズは飛躍的に拡大しました。オンライン診療の画像は、機器・撮影される環境光の違いなどにより、同じモノを撮影しても、色の異なる画像となっています。

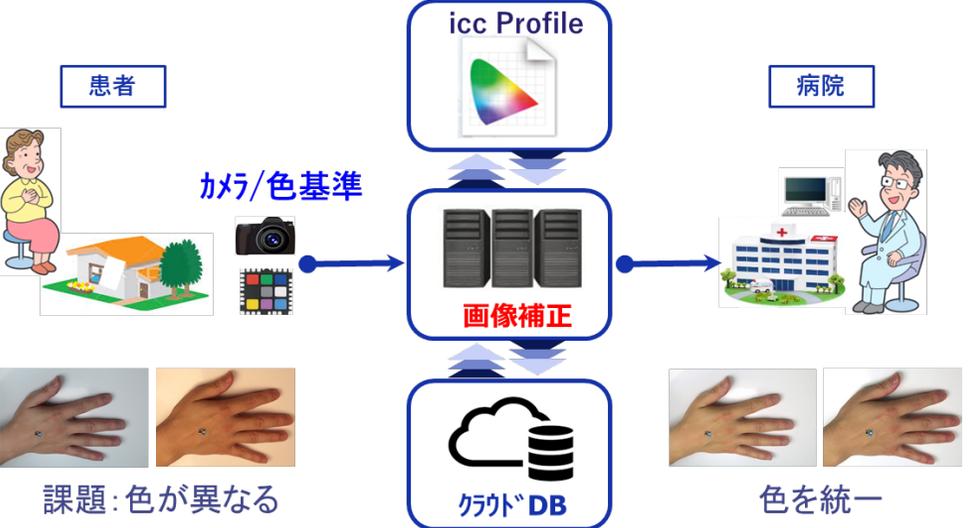
現在、医療領域では、色彩のルールがありません、「日々の診療」や「オンライン診療」を機能させるため“標準化された色”を設ける必要があると考えます。



# 活動の目標と出口

## 目標

医療分野における画像を用いた診療、診断を対象に画像の色彩を標準化し社会実装を行うことにより、「医療の診断の質向上」に貢献することを目的とします。



### 2023年度の取り組み

- ・色票のレベルアップ
- ・医療現場でのシステムの妥当性確認
- ・国際標準化着手 (ITU)
- ・実証実験の検討

### 2023年度の進捗

- ・国内学会での発表  
日本病理学会  
日本デジタル病理ロジーAI研究会、他
- ・海外学会発表 (米国カナダ病理学会)
- ・国際標準化 ITUへの寄稿文書承認
- ・医療現場での補正妥当性確認

## 出口

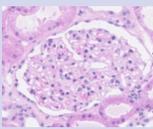
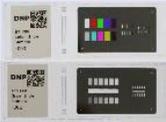
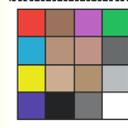
- ・医療現場の意見を取り入れ、「色票」による色彩標準化システムを構築する上での課題抽出と解決策の立案を行う。
- ・運用のためのガイドライン制定と、社会実装のためのコンソーシアムの設立検討。

# 対象領域

対象領域は、色が重要は判断基準となる、病理診断・耳鼻科・皮膚科としました。

皮膚科は、遠隔診療が最も進んでいる領域ですが、使用される多様なスマートフォン、患者のいる環境光など、色彩の変動要素が最も大きいです。一方、病理診断は管理された医療用の機器を使うため、変動要素は小さいですが、非常に高い精度が求められます。

いずれの医療領域でも、基本的な色補正方法は変わりませんが、領域に応じた適切な対応をとる必要があります。

	 光	 カメラ	 撮影対象	 Monitor	変動要素	要求精度	診療科別色票
病理診断	 医療機器として管理された、光源(LED光源)+カメラ		 検体(染色)		小	高	
耳鼻科	 安価な民生品 Ear Scope(LED光源 + カメラ)		 外耳道		中	中	
皮膚科	 自然光(変化) + 照明 (多種多様)	 スマホ デジカメ	 人の肌(人種)		大	中	

# 色補正フローの例

色補正の手法として、プロジェクトでは色票を用いた手法を提案しています。  
 色票の色を基準として、照明とカメラの色彩の違いを、整えることが可能となります。



※ 同じ人の手です。  
 カメラと光を変えています。

チャートを基準として  
 本来の色に補正する

# カメラの色再現性

一般的なカメラの色再現性を評価しました。

複数の照明下(LED、蛍光灯、白熱灯、太陽光)で、複数のカメラ(一眼、スマホ、コンデジ等)を使用し撮影を行い。色票の基準色のズレ量を色差 $\Delta E$ で定量評価しました。

色差は、色のズレ量が大きいと数値が大きくなります。

一般的に同色と判断されるためには、A級、B級許容差以内であることが望ましいとれます。

## ❖ 昨年の照明評価方法(カメラ×6種、照明×9種)

(使用カメラ)		(使用光源)									
撮影機器	解像度	No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	iPhone 12pro	12MP	種類 LED	LED	LED	LED	蛍光灯	白熱灯	太陽光	太陽光	LED
2	iPhone SE2	12MP	特徴 真鍮色評価用	真鍮色評価用	オフィス-家庭用	デスクスタンド	デスクスタンド	白熱灯	日なた	白昼	低演色型
3	Android	5MP									
4	Ricoh (コンデジ)	20MP	分光強度								
5	Olympus (ミラーレス) PEN E-P7	20MP	色票評価数 (R&R)								
6	WEBカメラ	3MP	色票再現度 (色鮮明)								

## ❖ $\Delta E$ 範囲と認識

$\Delta E$ 範囲	名称	知覚の範囲
0-0.2	評価不能	測色器でも誤差範囲
0.2-0.4	識別境界	測色器の再現精度
0.4-0.8	AAA級許容差	目視認識限界
0.8-1.6	AA級許容差	隣接比較で僅かに認識可能
1.6-3.2	A級許容差	離間比較で認識不可能
3.2-6.5	B級許容差	印象レベルでは同色
6.5-13.0	C級許容差	JIS標準色票の1歩度に相当
13.0-25.0	D級許容差	別色のイメージ

「日本産業規格より」

# カメラの色再現性と色補正結果

一般カメラの場合、照明の影響もあり、色の再現性は決して高くないことが確認されます。色補正を行うことで、印象レベルで同色とされるまで、再現性を高めることが確認されています。

参考として医療用の病理デジタルスキャナーは、補正前でもB級許容差と高い色再現性ありますが、補正をすることでAA級許容差まで再現性を高められることが確認されています。

## ❖一般カメラの色再現性



Camera基準			Light基準		
	元画像	補正後		元画像	補正後
iPhone 12 Pro	13.5	4.3	安価LED	15.6	5.5
iPhone SE2	10.8	4.5	D65 LED	13.5	5.0
Android端末	16.5	5.9	卓上LED	12.2	6.0
Olympus(ミラーレス)	19.8	6.1	白熱灯	24.2	8.2
Ricoh(コンデジ)	20.5	6.0	蛍光灯	12.8	4.8
Webカメラ	15.9	5.8	日光(日陰)	24.3	2.9
平均値	16.2	5.4	日光(日向)	14.8	5.4
平均値(白熱除く)	15.2	5.1	高演色LED1	14.2	5.6
			高演色LED2	14.1	5.4
			平均値	16.2	5.4
			平均値(白熱除く)	15.5	5.1

元画像はD級許容差  
補正後はB級許容差

## ❖参考)病理用デジタルスキャナー



画像/装置		補正前ΔE	補正後ΔE
画像1	装置a	6.355	1.366
	装置b	6.352	1.229
	装置c	4.116	1.066
画像2	装置a	7.793	1.884
	装置b	6.594	1.317
	装置c	8.182	1.387
画像3	装置a	5.728	1.017
	装置b	5.905	1.078
	装置c	6.346	1.126
画像4	装置a	6.545	1.329
	装置b	5.231	1.222
	装置c	8.214	1.365
平均		6.447	1.282

元画像はB級許容差  
補正後はAA級許容差

## 病理診断について

- スライド標本上で実際の**細胞の形や色を観察し**、**病変の特徴や、癌の良性・悪性の確定診断**を行う。

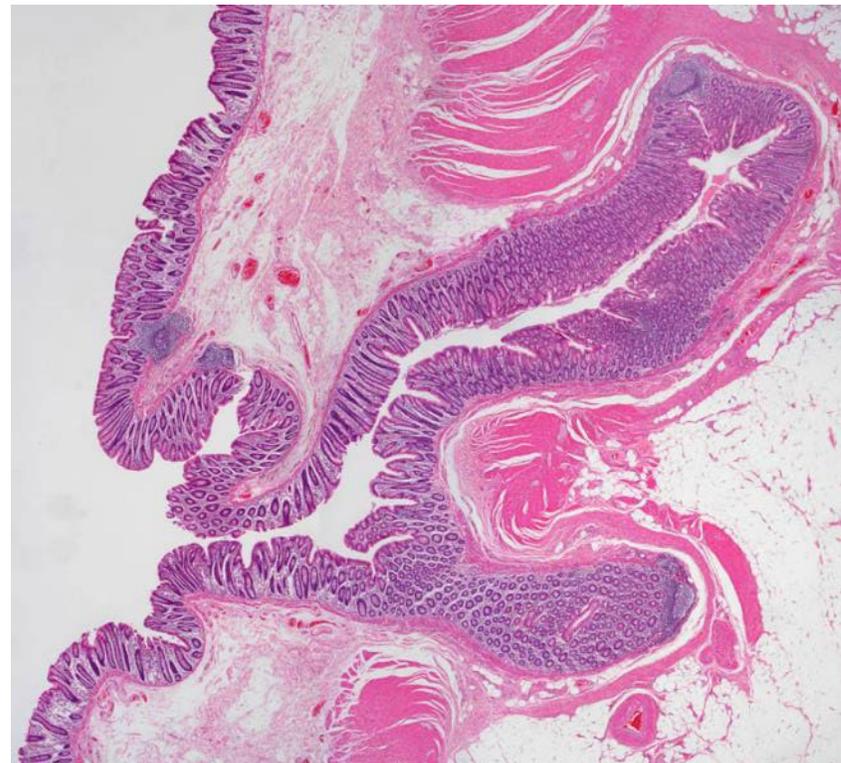
→ **間違えていけない！**

**病理医によるダブルチェックを実施**

- 診断件数がここ5年程で3倍に増加。  
日本の病理専門医は約2600名、10万人あたり2人しか居ません。

- 都市部に集中し、地域偏在も大きい。

→ **絶対的に医師が不足、時間の効率化が必要！**  
**ダブルチェックにAIの導入が望まれる！**



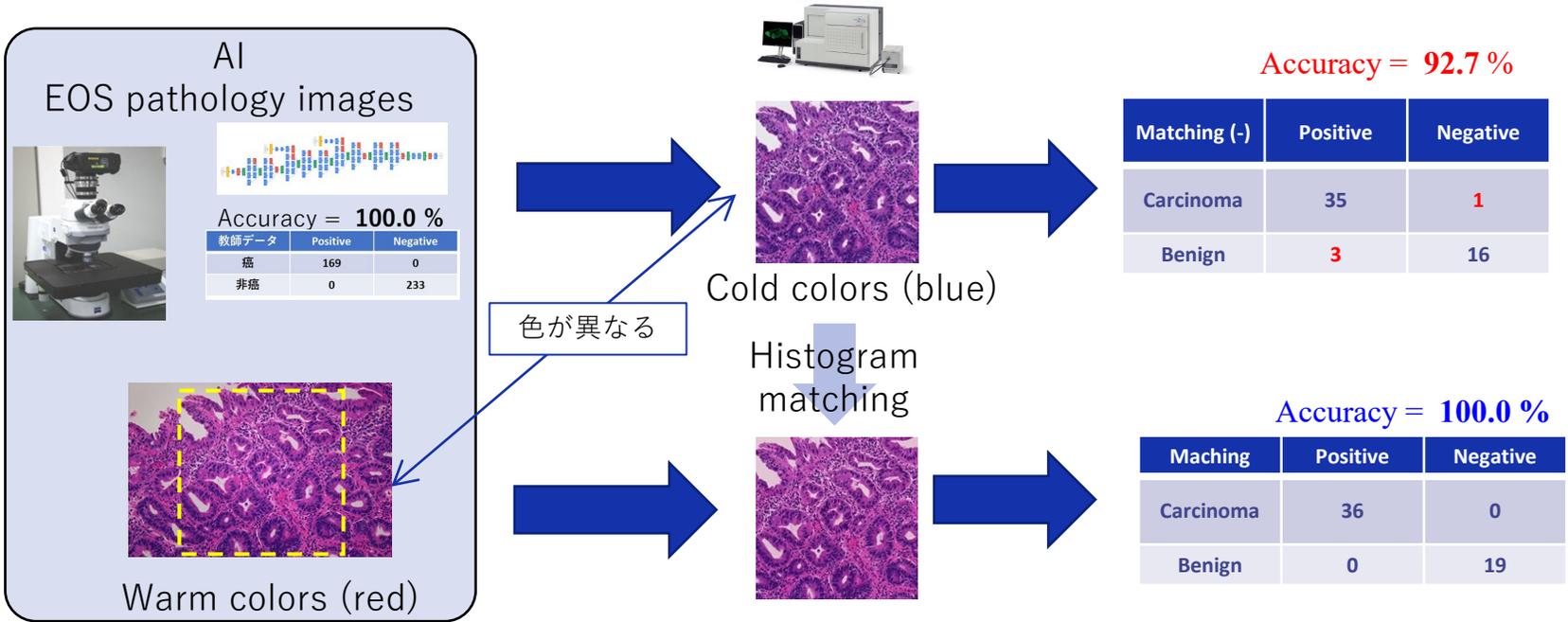
※ 病理画像の色の違いは、医師の診断を難しくさせ、AIの診断精度にも影響するリスクが想定される。

# 色補正のメリット（病理診断支援AIへの影響）

AI技術の進展により、病理医同等の診断が行えるAIが昨今出てきています。

しかし、AI開発時の教師データに使用した装置と、異なる装置の画像をAIに判定させると正答率が低下する事例が見受けられています。

このAIの前処理として色補正を活用することにより、正答率の改善が可能です。



P2-245  
 撮影機器の異なる病理画像に対する深層学習モデル Deep learning model for classifying pathology images obtained by different equipment  
 橋口 明典(慶應大・医・病理) / Akinori Hashiguchi(Dept. Pathol, Keio Univ., Sch. Med)

## 社会実装に向けて(実証実験)

色補正フローを適切に管理することで、より質の高い医療サービスを提供することが期待されます。具体的な技術的課題を抽出し、それらを解決するための実証実験を現在計画しています。

実証実験は、実際にシステムを使用する医療従事者を巻き込み実施することで、どういう機能・仕組ならば現場で受け入れられ、活用かされるのかを見極めたいと考えております。

(病理診断)：複数拠点・複数装置を使用する大規模病院の医療システム内に色補正フローを組み込み、異なる病理画像の色彩を統一します。病院の医師による画像の評価で、機能・性能の評価を実施します。  
(2024年8月～)

これらの結果をフィードバックすることにより、技術的実現性、費用対効果、具体性を高め社会実装に向け進めていきたいと思っております。

## 国際標準化について

標準化は、オブザーバー参加の(社)メディカルイノベーションコンソーシアムを中心に活動を継続。

国内標準化団体として(社)情報通信技術委員会(TTC)と連携しTTC内に標準化WGを設置し、ITUへの標準化活動を進めています。

今年度は新規勧告草案として、FSTP.UHD-Colour “Requirements on colorimetry for telemedicine systems using ultra-high definition imaging” (New) 「超高解像度イメージングを使用した遠隔医療システムの測色に関する要件」(Geneva 2023年7月10～21日)を提出し、7月21日WG-16にて同意を得ました。引き続きTTCと連携し標準化勧告に向け活動を進めて行きます。

## COCN後の活動

プロジェクト終了後も母体はCOCNに残し連携して活動させていただくとともに、TTC標準化WGでの国際標準化活動や関連学会を通じての社会実装に向けた具体的な準備は(社)メディカルイノベーションコンソーシアムにご協力いただき医療現場にとって受け入れ易く生かされるシステムの構築を目指していききたいと思います。

産業競争力懇談会 COCN



プロジェクト後の活動母体(協議中)



- ・国際標準化活動
- ・実証実験(病理/皮膚科/耳鼻科)
- ・関連学会通じた社会実装