「マルチメディア，分散，協調とモバイル
(DICOMO2014)シンポジウム」 平成26年7月

使用シーンを考慮した機材情報表示システムの提案

國友 美希[1] 山内 正人[1] 加藤 朗[1] 砂原 秀樹[1]

概要：クラウド環境や仮想環境の一般化により，ひとつの機材が抱える情報量は増え，目に見えない情報を管理することは容易ではない．そこで，その問題を解決するために多種多様な情報を一括で管理し，ARを利用して情報を重畳することを試みた．筆者らはARを利用した機材管理システムの提案を行なった．プロトタイプを作成し，評価実験の結果をもとに，本稿では情報の提示方法に関する提案を行なう．機材管理に必要な情報は作業用途によっても異なり，人によっても必要とする情報が異なる．そこで，現地作業での情報提示方法とリモートハンド作業での情報提示方法をそれぞれ設計することにより，直感的な機材状態の把握を可能にする．

A proposal of Equipment Management System considering usage scenes

Miki KUNITOMO[1] Masato YAMANOUCHI[1] Akira KATO[1] Hideki SUNAHARA[1]

1. はじめに

クラウドや仮想環境の一般化に伴い，従来の物理的インフラ環境から仮想的インフラ環境へと変化しつつある．可視化できる情報の他に，可視化できない仮想情報が必要となった場合，限られた場所で大量の情報を管理することは困難である場合がある．機材にラベルを貼付する従来の方式では，これらを正しく管理することは容易ではなくなってきている．

この解決策として，筆者らはAR（拡張現実感）を利用した機材管理システムを提案した[1]．筆者らの提案ではARの特性を活かし，所有者や機材スペック等の詳細情報を映像に重畳し，リアルタイムでの情報提示を可能にした．提案システムの有用性を確認するために，法定点検に伴う停電の機材メンテナンスの際に評価実験をおこなった．実験結果から，ARの特性を活かした二段階での情報提示を行うことによって，現場でのトラブル発生時に迅速な対応を可能にした．これにより機材管理の効率化が示され，機材管理におけるARの有用性を確認できた．

実験結果からこれらの情報は使用シーンとごとに変化し，必要とする情報も変化することが分かった．そこで，本稿では機材管理において使用シーンごとに情報を容易に取得することが可能となる情報表示システムの提案を行なう．使用シーンに合わせてテキストデータとビジュアルデータを組み合わせた情報表示を可能にすることで，直感的な機材の状態の把握を可能にし，機材の取り違いを防止することが期待されている．最新の情報をリアルタイムに重畳することで円滑な情報提示を可能にし，機材管理の作業効率化に貢献する．更に遠隔地にいる機材所有者と現地にいる機材管理者がリモートハンド作業の際に直感的な指示出しを可能にする．そして，本稿のまとめと今後の課題について記述する．

[1] 慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科
223-8526 横浜市港北区日吉 4-1-1

2. ARを利用した機材管理システム

機材管理の現場において，必ずしも機材所有者と機材管理者が同一であるとは限らない．その場合，それぞれの機材が誰の所有する機材であるのかを瞬時に判別することは容易ではない．従来の機材管理においては誰の所有物であるのかを判別するため，図1のようにシールやタグで情報を貼付する方式が一般的であった．

しかし，シールやタグで情報管理を行った場合，それらの情報を逐一変更することは難しい．それにより，その情報が正しい情報であるのかを判別することは難しく，もしも誤った情報が明記されていた場合，連絡先を見つけなくてはならず，機材管理者の作業コストが上がる．これらの問題を解決するために，バーコードやQRコードを用いた機



図 1　タグやシールを用いた機材管理例

材管理システムの一例である「物品管理システム QpIDeal」[2] を初めとする物品管理システムが存在するが，機材管理者に関連する情報た資産管理に関する情報を把握することは可能であるが，機材自体の情報を一括して管理することは容易ではない．また，機材に関する情報を取得する先行事例も存在する．Cacti[3] はネットワーク監視や，機材の情報を蓄積し，蓄積したデータを用いてグラフを生成するシステムが知られている．それを使用することで機材にトラブルが発生した際にも，原意に行かずともおおよその原因を突き止めることが可能である．しかし，この情報を見ながら作業することは難しい．

本システムは AR の特性を活かし，必要な状況に応じて機材に内包する情報の可視化をおこない，管理者情報や機材情報，外部接続状況，保守に関する情報等といった機材の多種多様な情報の取得を容易にする．これにより，機材管理者の柔軟な対応を可能にし，機材管理の作業効率化を目的として研究を行う．

本システムは機材管理システムの専用サイトにアクセスし，機材管理者情報や機材に関する情報を打ち込み，必要な情報が登録されると AR マーカを作成する．AR マーカは誤認識防止と目視での機材判別を可能にするため，図 2 のようなアルゴリズムを用いて機材ごとに ID を割り振る．

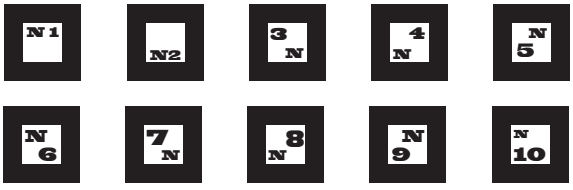


図 2　AR マーカの作成例

その AR マーカを機材に貼付する．機材に貼付されている AR マーカを専用のアプリケーションシステムをダウンロードしたデバイスをかざすと，事前に登録された情報をリアルタイムに重畳することが可能となり，円滑な情報取得を可能にする．なお，情報の管理に関しては，管理情報データベースにてグルーピング化して情報管理を行なう．これにより AR マーカを利用して最低限の情報を表示することで瞬時に機材管理者の特定を容易にする．また，機材に関する詳細情報を必要とする場合に，手持ちのデバイスをかざすことによって映像に重畳された最新の情報を瞬時に読み取ることが可能となる．また，情報をグループ化して保存することにより，ひとつの AR マーカで人の権限レベルでの情報の提示も視野に入れている．今後遠隔地にいる機材所有者と現地にいる機材管理者でのリモートハンド作業の円滑化も視野に入れて研究を行なう．

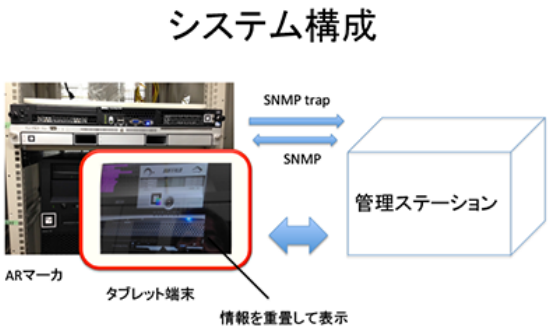


図 3　想定するシステム

まずは機材管理における AR の有用性を確認するために，ARToolKit[4] の Android 移植版である NyARToolKit[5] を利用して本システムのプロトタイプを設計・実装した．また，図 4 のように法定停電の機材管理作業において評価実験を行なった．評価実験を通して機材管理の作業効率化に貢献することを確認した．



図 4　評価実験の様子

本研究を発表し，その結果として機材管理経験者にヒアリング調査を行なった．その意見を分類した結果，情報の

表現方法に関する議論，情報表示におけるセキュリティ環境に対する課題，AR マーカの誤認識精度に関わる課題，QR コードとの比較の大きく 4 点に集約された．特に議論となったのが，情報の表現方法に関してであった．リモートハンド作業での作業支援は，機材管理経験者の中でも課題があり，問題点を確認できた．また，それぞれが必要とする情報は異なり，情報を必要とする作業も異なる．例えば，トラブル時に本システムの必要性を感じる人もいれば，予備保守の際に必要であると感じる人もおり，ヒアリング調査を通して，機材管理の現場においても，様々な利用シーンがあり，人や作業内容によって必要となる情報の優先順位は変動することを確認した．

3. 使用シーンを考慮した機材情報表示システムの提案

3.1 使用シーンの考慮

本稿では使用シーンを考慮した情報提示方法を提案する．機材管理の作業環境はローカル環境での作業とリモート環境での作業の二種類存在する．ローカル環境においては，機材所有者本人が作業を行なうため，機材に関する色々な情報を円滑に表示することが要求される．しかし，リモート環境下での作業は機材管理者は遠隔地にいるので，現地にいるオペレータに指示出しを行なうことは難しい．

二種類の環境での機材管理の情報提示方法は異なるため，作業環境によって情報の提示方法を変える必要がある．二つの異なる環境の中で，更に機材管理の作業の種類も作業ごとに必要とする情報は異なる．

機材管理における作業用途は表 1 のように大きく分けて五種類に分類される．一つ目は機材の導入である．機材を導入する際のセットアップ等の作業の際に機材の周辺情報や機材の情報，保守に関する情報を必要とする．二つ目は機材の移動である．機材を移動する際に，場合によっては電源系統やケーブル配線の変更を要する場合がある．その場合には機材の周辺情報や電源系統，機材に関する情報を必要とする．三つ目はトラブルシューティングである．機材にトラブルが発生した際，機材所有者がその場にいることはほとんどない．そのため，機材管理者に関する情報を必要とし，トラブルの原因を探るために，機材本体の情報が必要となる．四つ目は予備保守である．予備保守はトラブルシューティングとは違い，正常に動作している機材に対して作業を行うので，機材情報に加え，周辺情報を必要とし，作業内容に応じてネットワークに関する情報も必要となる．五つ目は，廃棄である．廃棄の際には機材の撤去の際に必要な機材本体の情報や，接続関係に関連する情報等が必要となる．なお，リモートハンドでの作業を行なう場合には，どの作業内容であっても，機材管理者に関する情報が不可欠となる．

ローカル環境での作業は，機材所有者が直接機材の対応を行なうので，専門的な情報を必要とする．その際に必要な情報を取得するためには，必要な項目ごとに適切な情報の表示が可能でなければならない．

表 1　機材管理における作業用途

作業内容	必要とする情報
導入	機材本体情報，周辺情報，保守情報
移動	周辺情報，ネットワーク関連情報
トラブルシューティング	機材管理者情報，機材本体情報
予備保守	機材本体情報，周辺情報
廃棄	機材本体情報，周辺情報

3.2 ローカル環境での情報提示における提案

機材管理の現場で実際に作業を行う方々のアドバイスを整理すると，作業用途によって必要な情報は異なることはもちろん，同じ作業用途であった場合でも，人によっても必要な情報の優先順位は異なるということが分かった．例えば，トラブルが発生時や，予備保守の場合に，従来では管理ステーション [3] を使用して，機材に関する情報を取得し，トラブルの原因を分析していた．

この様な情報は実際に機材管理の現場で参照することは難しく，必要な情報をそれぞれコンソールから取得しなければならない．しかし，機材スペック等の物理的な情報の取得は可能であるが，仮想化された情報を取得することは容易ではない．従来の機材で，機材管理者情報や，機材スペックに関する情報，仮想環境に関する情報，機材の外部接続状況，保守運用に関する情報等と言った多種多様な情報を一括して管理することは非常に困難である．また，仮に情報を一括して管理することが可能なシステムがあった場合，その情報を箇条書きにしてまとめておいても，必要な情報を探さなければならず，情報の検索が煩雑になり，情報取得に関する根本的な解決にはならない．必要な情報を必要な場合に取得するためには，瞬時に多くの情報を取得することができ，そこから自分の必要とする情報を瞬時に検索を可能にする情報提示方式を実現する必要がある．

3.3 リモート環境での情報提示における提案

リモートハンドの抱える大きな課題は，遠隔地にいる機材所有者と現地にいる機材管理者との意思疎通をとることが非常に困難であるという点である．機材にトラブルが発生した際，機材所有者がその場にいることはほとんどない．また，機材所有者が現地に出向いてトラブルシューティングを行うことが不可能な場合がある．その際には現地にいる機材管理者と通話や映像を通してコンタクトを取りながら，機材のトラブルシューティングを行う．データセンタ各社でリモートハンドサービスを実施している場合もある．現地のオペレータが作業代行を行ない，遠隔地にいる機材所有者の指示のもと作業を行なう．その場合，遠隔地にいる機材所有者は機材の専門的知識を持ち合わせている

が，現地にいる機材管理者は必ずしも機材所有者と同等の機材知識を用する人物であるとは限らない．また，機材管理の経験も遠隔地側と現地側では差異がある場合もある．遠隔地にいる機材管理者が現地にいる機材管理者に対して的確な指示出しを行なうことは難しい．機材管理者は現地の状況を的確に機材管理者に伝えるために，機材ごとに現状を伝えなければならない．機材所有者もまた，データセンタの様子を想像しながら，機材管理者に分かりやすい指示出しを行なわなければならない．現地で直接作業をおこなう場合に用いられる抽象的な言葉を使用することは困難な場合がある．

その問題を解消する策として，現在データセンタでは映像を取る場合は撮影許可をとり，オペレータの監視のもとに映像や写真を撮影し，遠隔地にいる機材所有者に情報を送り，その情報をもとに機材所有者は現地にいる機材管理者に指示を出す．しかし，場所によっては撮影禁止しており，音声のみでやり取りを行う場合もある．従来の方法では，遠隔地にいる機材所有者は直感的な指示出しを行なうことは非常に困難であり，具体的に説明を織り交ぜながら指示出しを行なわなければならない．現地側の機材管理者とも意思疎通を取りながらの作業となるので，機材所有者の負担が大きくなる．また現地側の機材管理者も，機材管理者に現地の様子や機材の情報を口頭で的確に伝えなければならず，機材管理者の負担も増加する．

撮影禁止となる背景には，他人の機材が映像に映り込む事によって個人情報の流出を防ぐ目的がある．そのため，オブジェクト表示機能によって認証されている機材以外の映像箇所を隠すことでこの問題を解決することが可能であると考えた．もともと必要な情報のみを送り，見せてはならない情映像の上にオブジェクトあるいはモザイク加工を施すことによって情報を守り，現地にいる機材管理者の負担を軽減させる．

4. 情報表示に関する設計

4.1 現場作業における情報提示設計

機材管理を行なう上で必要となる情報は必要とする優先順位に応じて表示することが求められる．そこで，必要な各種作業にとって必要な情報をビジュアライズ化させて図5の画面のように表示する．詳細情報は，画面左側にあるステータス画面のボタンをタップし，取得する．また，何度も閲覧するマーカの情報に関しては，説明をタップし，図5の画面左側のステータス画面の下に情報を一時保存しておく．図5の場合，Ｇ１１という機材の情報を一時保存されている状態である．図6のような作業のツールも表示されるので，必要に応じて使用することも可能となる．例えば，作業中にメモを書き残しておける様，図5の画面の右下の位置にある Note アイコンをタップし，色分けをしてメモを残すことができる．簡潔な作業ログに関してもここに書き残すことができ，次回の作業でそのログを参考に作業を行なうことも可能である．また，Camera 機能を用いてキャプチャを撮影し，その画像を参照しながらの作業も可能にすることで，投影し続けるという負担を軽減させる．リモートハンドが必要である場合，Calling ボタンをタップし，機材所有者本人との通話も可能にすることで円滑にリモートハンド作業をおこなうことも可能だ．

タブレット端末で機材に貼付されている AR マーカを読み取った際，もしも機材に Alert が検出されない場合は，画面左側のステータス画面の背景は緑色で表示される．その機材に重畳しているオブジェクトも同様に緑色で表示される．

もしも機材に Warning，Alert が検出された場合，図7の様なアイコンが画面上に重畳される．Warning はステータス画面の背景と AR マーカに重畳されているオブジェクトは黄色になり，Alert 検出時は同様のものが赤色へと変化する．そのため，瞬時に機材の変化に関する情報を伝達できる．

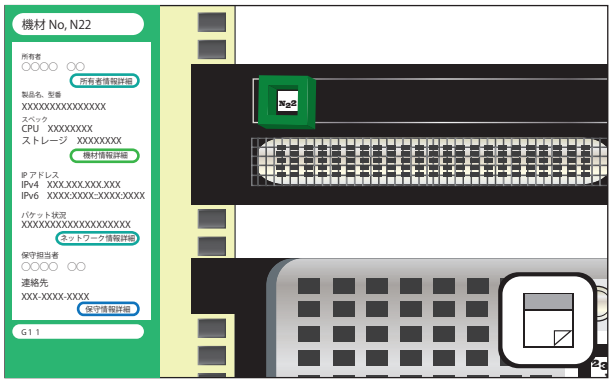


図 5　AR マーカ認識時の画面（正常時）



図 6　画面に表示されるツールアイコンの例



図 7　エラー表示に関するアイコン

例えば，Alert 検出時の画面表示は図8の様に示す．複

数の Alert や Warning が検出されることもあるが，全ての情報を表示するとかえって深刻な問題なのか判断出来ない．機材に関する情報を管理ステーションから情報を呼び出し，多種多様な情報をそれぞれ管理されているサービスから引き出さなくとも，本システム一台での情報取得が可能となる．

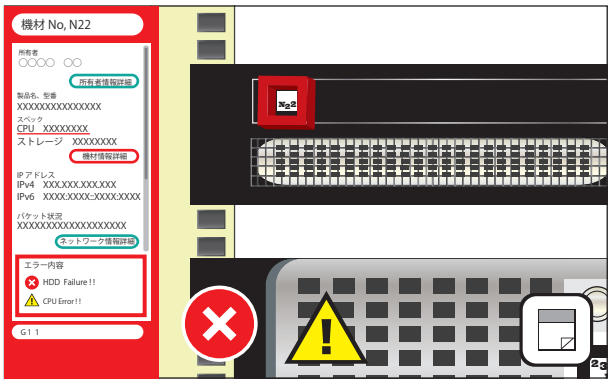


図 8　Alert，Warning 検出時の情報表示画面

図 8 の場合，CPU の温度が上昇し，HDD が故障してしまったと判断できる．そこで，Warning 表示をタップすることによって図 9 のような詳細情報の取得を行ない，現在の情報と過去のログデータを比較する．図 9 の表示の場合，現在の CPU の温度は 80 ℃であり，CPU の温度に関するグラフを参照すると，12:40 頃に変化があったと分かる．更にファン稼働率とともに温度の変化を表示できるようにする．また，HDD の障害が検出された場合，HDD が raid-6 のように余裕がある冗長構成を取っている場合には，直ちに対応する必要はない．機材所有者がそのように判断した場合には，一定期間（例えば 1 週間）は Alert に対応したアイコンは表示しないことにする．AR マーカに重畳しているオブジェクトも，他の障害が検出されていない場合には緑色に表示される．ただしこの場合でも，画面左のステータス画面は赤色のまま残す．

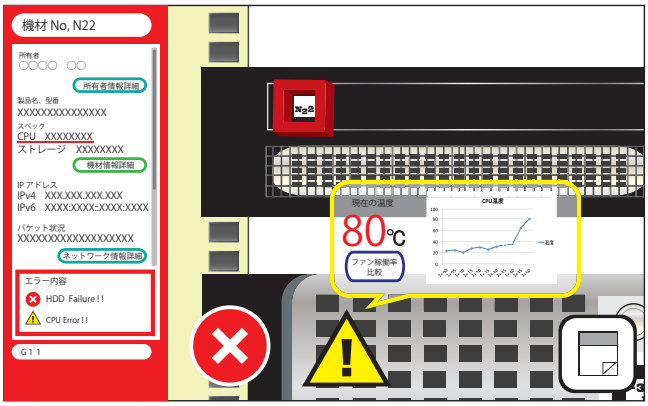


図 9　詳細情報表示画面

データを分析した上で，機材所有者が直ちに HDD の交換を行なわなくても良いと判断を行ない，Alert の消去を可能にする．その場合，図 10 のように Alert を隠すことによって，現在読み取っている AR マーカに重畳されているオブジェクトの色を黄色ないしは緑色に変化するが，ステータス画面の枠の色は赤色のままとし，エラーが残留していることを示す．そして Note 機能を利用して，HDD 交換に関するメモを機材に残しておくことが可能となる．

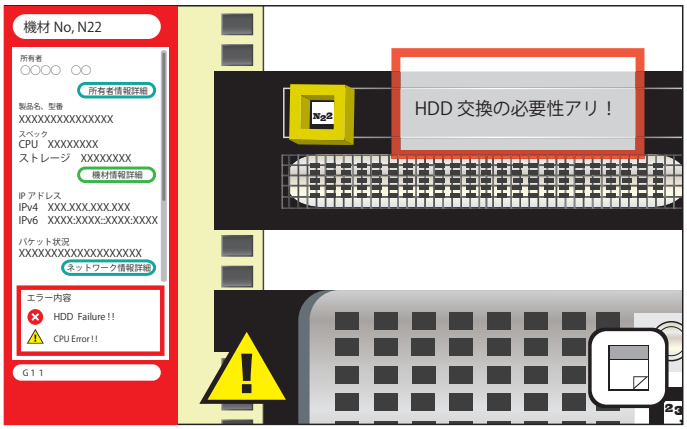


図 10　Alert 消去後の情報表示画面

4.2　リモートハンドにおける情報提示設計

リモートハンド作業の課題点を解決するためには，遠隔地にいる機材所有者が現地側にいる機材管理者に対して，隣にいるかのように抽象的な言葉を用いて直感的な指示出しをおこなう必要がある．そのために，カメラを用いて遠隔地側から自由に自分の見たい方向を見ることができ，その情報を現地側に見せることによって的確な指示出しを容易にすることが可能である．その際に遠隔地側は現地側の映像を交換するが，現地側の画面には相手の映像を伝送せず，その代わりに図 11 のように，遠隔者の目線での現地の映像を表示する．遠隔地側から操作出来るカメラを用いて映像を映し出し，遠隔地側の目線を現地側に伝送することによって，視線の一致をとる．遠隔地側の映像を重畳することで，機材所有者の目線を可視化し，作業の円滑化を高める．その際に，権限のないサーバやサーバラックに関してはモザイクを画面を重畳することによって，遠隔地側には必要な情報だけを伝達することが可能となる．また，リモートハンドの場合，実作業をおこなうのは現地にいる機材管理者であるので，権限の問題で，場合によってはその機材のセキュリティ度合いの高い情報に関しては情報が提示不可能で，遠隔地側の機材所有者が情報を確認できない場合が想定される．その解決策として機材所有者の権利を一時的に委譲し，遠隔地側の機材所有者に関しては本人が現地で表示可能な情報を遠隔地においても閲覧可能にする．

そして，直感的な対応が可能になるよう，図 12 の様に遠隔側から画面上でタッチペンで描画した指示を現地側の画

面に重畳することが可能であり，場合によってはCamera機能を選択し，その静止画を現地側に送り，場合によってはその画像にタッチペンで描画することも可能だ．遠隔地側の機材所有者が現地にいる機材管理者に対して，音声情報だけではなく，視覚情報でも情報伝達を容易にすることにより，直感的な指示だしを容易にする．これにより，現地側の機材管理者が，遠隔地側の機材管理者の指示を正しく受け取り，対処することで，機材管理者の作業ミスの軽減に貢献することが可能となる．

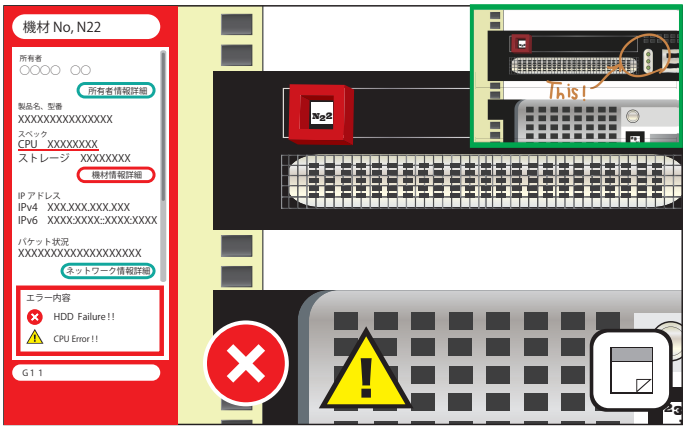


図 11　リモートハンド時の現地側の情報表示画面

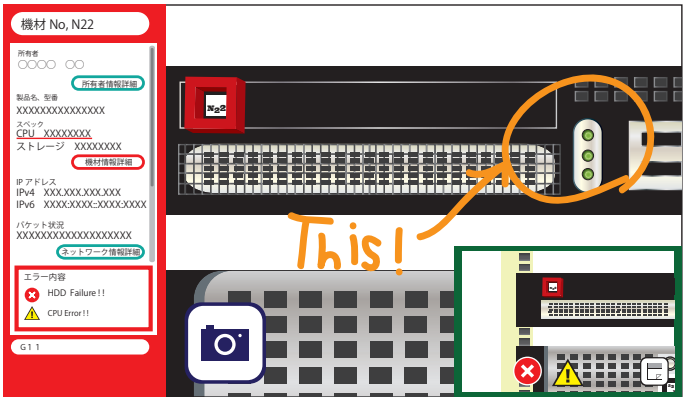


図 12　リモートハンド時の遠隔側の情報表示画面

5.　まとめ

本稿では機材管理の使用シーンに応じた情報提示方法に関する提案を行った．機材管理をおこなう環境をローカル環境とリモート環境のふたつに定義し，どちらの環境であっても，機材管理の作業効率化を目的として，それぞれの状況に合わせた情報表示方法を設計した．機材管理で使用する情報を利用状況によって整理し，ARの特性を活かして一度に多くの情報取得を容易にするために，テキストデータをビジュアルデータを組み合わせることで，直感的な操作が可能となった．また，リモートハンド作業において，遠隔地用のカメラを用い，遠隔地側にいる機材所有者の見ている映像を画面に提示することにより，視線の同期をとり，タッチペンを使用して，直感的な指示出しを容易にした．今後は本稿で提案した情報提示方式を用いたプロトタイプを作成し，実際に機材管理経験者に使用してもらいことで評価実験を行う．そして機材管理の作業効率化を目的として研究を進めていく．

謝辞　本研究は JSPS 科研費 24650031 の助成を受けたものである．ここに記して謝意を表す．

参考文献

[1] 國友美希，山内正人，　加藤朗，砂原秀樹：AR を利用した機材管理システムの提案と評価，情報処理学会研究報告，Vol. 2014-MBL-70, No. 232 (2014).
[2] NTTAT: 物品管理システム QpIDeal，http://www.ntt-at.co.jp/product/qpideal_web/.
[3] Cacti group Inc: Cacti, http://www.cacti.net/.
[4] 加藤博一：拡張現実感システム構築ツール ARToolKit の開発，信学技報 PRMU，Vol. 2001, No. 232 (2002).
[5] NyARToolkit project—: NyARToolkit project, http://nyatla.jp/nyartoolkit/wp/?page_id=55.