

# - 1 ハイパースペクトルデータの利用普及を目的とした 画質判定支援システムの構築

## *A web-based image quality evaluation system for promoting utilization of hyperspectral data*

小島尚人<sup>1</sup>・大林成行<sup>2</sup>・但木大介<sup>3</sup>

Hirohito Kojima, Shigeyuki Obayashi, and Daisuke Tadaki

**抄録：**本研究開発は、建設分野におけるハイパースペクトルデータの利用普及を目的として、インターネット環境下で稼働する画質判定支援システム(IQESH)を構築したものである。数百バンドに及ぶハイパースペクトルデータの画質判定支援策を考えることは、データ利用上の重要課題であることを指摘するとともに、マウスホイールをインターフェースとして判定対象画像を連続表示させ、画質判定を効率的かつ効果的に支援できるシステムを構築した。ハイパースペクトルデータのバンド数が多いことを逆に利用し、視覚に基づく画質判定を支援するGUI(Graphical User Interface)を設計・開発するとともに、画質判定結果をデータセット化し、管理・共有できるトータルシステムを実現している。データ利用者側と管理者側におけるシステム利用要件、運用形態等、本研究の内容は、インターネット環境下で稼働する専門性の高い各種技術系処理・解析システム開発時の指針としても参考となる。

**Abstract:** The objective of this study is to develop a web-based Image Quality Evaluation system for the satellite hyperspectral data (termed "IQESH"). The more number hyperspectral bands, the more difficult the task of efficient and precise image quality evaluation for all the bands. As a measure, IQESH turns this issue into advantage by displaying all band images continuously (i.e., animation-like displaying) with the mouse wheel-based interface. Such a primitive approach based on eye-sight might be useful for evaluating hyperspectral image quality. Data sets on results of image quality evaluation with original images could be easily managed under the internet-environment, which contribute to promote utilization of hyperspectral data for various application fields.

**Key Words:** image quality evaluation, hyper spectral data, remote sensing, user-interface, internet environment

**キーワード：**画質判定支援、ハイパースペクトルデータ、リモートセンシング、ユーザーインターフェース、インターネット環境

### 1. はじめに

2000年11月、米国航空宇宙局(NASA)によって地球観測衛星1号(EO-1:Earth Observing 1)が打ち上げられた。この衛星には 220 バンドにおよぶ波長帯域で地表面を観測できるハイパースペクトルセンサ(Hyperion)が搭載されており、一般の利用者も購入できるようになった。衛星、航空機を問わずハイパースペクトルセンサ<sup>付録 1)</sup>から観測されるデータは、電磁波の散乱分析や地表面の分析精度の向上にともなって<sup>1),2),3)</sup>、環境監視、被災状況把握、土地利用計画等、建設分野での活用が期待されている。

しかし、データ購入後に、画像全体が「ぼやけ」ていたり、ノイズ(線状、ごま塩状)等が判明し、目的とする画像処理・解析を実施できないといった問題も指摘されている。観測バンド帯が多くなる程、データ配布側は、画質に関する情報を把握・管理し、利用者に公開する必要がある。また、データ購入前に観測バンド帯別の画質を確認・判定できる、あるいは画質判定結果をデータセットとして参照できれば、

データ利用者にとって朗報になる。つまり、データ配付者側と利用者側両者にとって、効率的かつ効果的に画質判定を実施できるシステムを設計・構築することは、ハイパースペクトルデータの利用普及上、不可欠な課題となる。

最近ではインターネット環境下で稼働する技術系の処理解析システムの設計開発にも注目が寄せられており<sup>4)</sup>、本研究で対象とする画質判定においてもインターネット環境下で実施できるだけでなく、画質判定結果をデータセットとして蓄積・共有できるトータルシステムの構築が求められる。多バンド構成であるハイパースペクトルデータの利点のみが強調されるあまり、画質評価の問題と評価結果の管理運用の問題は、意外にも見逃されている検討課題と言える。

以上の背景のもとに、本研究開発は、建設分野におけるハイパースペクトルデータの利用普及支援を目的として、インターネット環境下で稼働する画質判定支援システム(以下、IQESH:web-based Image Quality Evaluation System for the satellite Hyperspectral data)を構築したものである。

1 : 正会員 工博 東京理科大学助教授 理工学部土木工学科 (〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641)

2 : 正会員 工博 (株)国土情報技術研究所 顧問 (東京理科大学名誉教授)

3 : 学生員 東京理科大学大学院 理工学研究科土木工学専攻 地球環境工学研究室

## 2. 本研究開発の意義

### (1)ハイパースペクトルデータ利用普及上の問題点

IQESH の設計・開発に反映させるべく、本研究では、ハイパースペクトルデータの利用上の問題を、以下の3つに分けて整理した。

#### a)データ購入時

ハイパースペクトルデータを購入する際に、画質判定情報を参照できるが、全てのバンドの画質を確認することはできない。参照用のサンプル画像ではデータを間引いたり、画像圧縮処理によって画質が劣化している場合がある。データ購入後、全てのバンドのデータを表示して見ると、画質の悪いデータがあることを経験する。このことは、「観測時のセンサ感度不良によって、必ずしも全てのバンドに対応するデータの画質が保障されるとは限らない」といったハイパースペクトル観測上の問題に起因する。必要なバンド帯のデータのみを購入できることも利用者からの要求事項として挙げられる。

#### b)データ処理・解析時

ハイパースペクトルデータには大気の影響により、ノイズやボケ等、画質が劣化したバンド帯のデータや、大気吸収スペクトル特性により、画像が不鮮明もしくは画像濃度値が小さく観測されるバンド帯(大気の窓<sup>付録 2)</sup>)がある。電磁波の大気透過率に関する研究等では、これらのデータは有用となるが、土地被覆分類や植生分析等の一般的な解析では、これらのデータはノイズとなり、分析精度の低下要因になる。

#### c)画質判定時

画像の統計値やノイズ判定手法等を用いて、画質を定量評価することもある。しかし、全てのバンド帯のデータに対してこれらの定量評価指標を整備することは、バンド数が多くなる程、運用体制(継続性)の点において限界がある。また、統計的な画質判定結果は、数値や文字情報として提示されることから、画像を見ない以上、前述したとおり、画質判定結果の信頼性の面でも問題がある。

### (2)本研究開発の特色

以上の問題のもとに、ハイパースペクトルデータの画質判定支援システム(IQESH)として、以下の3つの要件を設定した。

#### a)視覚に基づく画質判定を支援するGUIの装備

前述したとおり、数百バンドにおよぶデータの画質を定量評価することは、判定結果の提示や処理効率の面でも限界があり、検討すべき多くの課題がある。そこで、本研究では、**図-1**に示すように、ハイパースペクトルデータが多バンド構成であることを逆に利用して、画像をアニメーションのように連続表示させ、視覚に基づく画質判定を

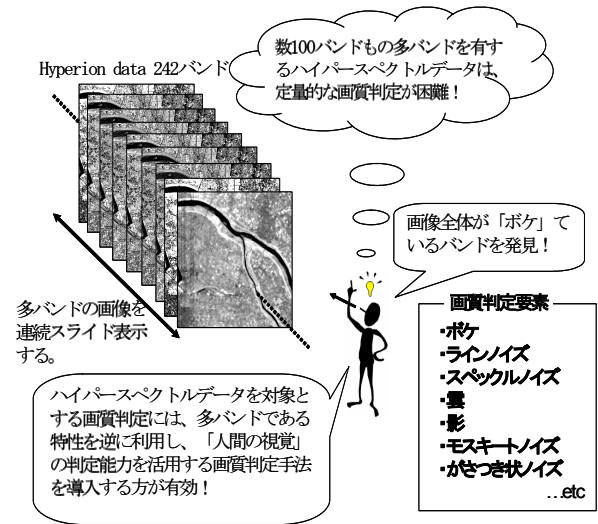


図-1 ハイパースペクトルデータの画質判定支援の必要性

実施する方が定量的手法による画質判定よりも有効であると考えた。

具体的には、マウスホイールをインターフェースとして判定対象画像を連続表示し、画質判定を支援するものである。マウスホイールの前後回転にもなって、画像も前後に連続表示される。この処理がまさに視覚に基づく画質判定支援につながるものであり、ハイパースペクトルデータの画質判定支援を目的として、マウスホイールをインターフェースとする着想と開発事例は見あたらない。

#### b)バンド別画質判定結果の効率的な登録作業の支援

画質判定要素は、様々に定義できることから、バンド数が多くなる程、画質判定結果を記録管理することは容易ではない。実務でのデータ活用を念頭におき、画質判定要素として12項目(5章(3)参照)を設定して、プルダウンメニューから指定登録できるようになっている。バンド別画質判定結果の記録管理に寄与するインターフェースである。

#### c)判定画像と判定結果のデータセット化と管理・共有

バンド別の画質判定結果は、評価対象データとともにデータセット化して管理することが必要となる。IQESHでは、インターネット環境下で画質判定を実施できるだけでなく、画質判定結果をデータセット化し、継続して蓄積できるようにデータセット構造が設計されている(6章(1)参照)。適用業務別に元データと画質判定結果を適宜蓄積でき、拡張性、柔軟性あるシステムを実現している。

## 3. 画質判定支援システム(IQESH)の全体設計

### (1)IQESHの稼働環境

IQESHの稼働環境を**図-2**に示す。インターネットに接続された通常のパーソナルコンピュータであれば、時間と場所の制約がなく常時利用できる。

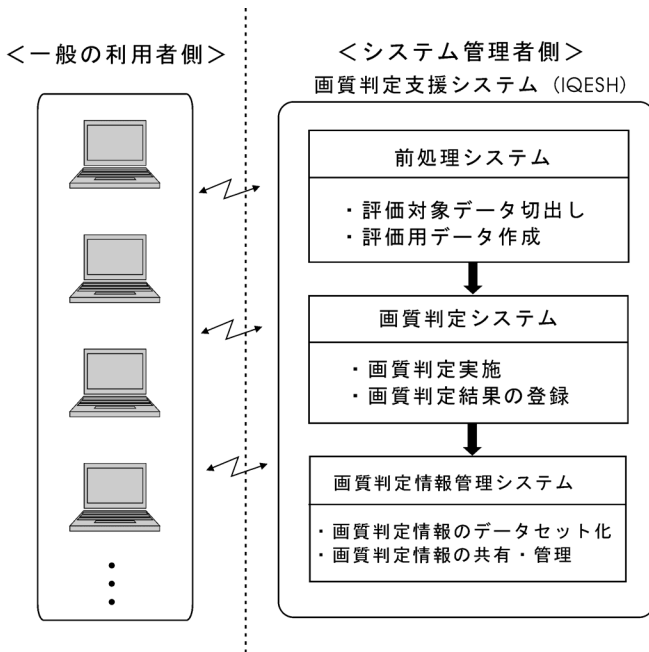


図-2 IQESH の稼働環境

### ①一般の利用者側

一般の利用者側では、Java アプレットをクライアント側にダウンロードして(Java SDK1.4 以降)、IQESH を起動するとともに、あらかじめデータ配付者側で整備された画質判定用データにアクセスして画質を確認判定する。

### ②システム管理者側

システム管理側では、画質判定対象データ、画質判定情報、ユーザマニュアル、実行形式ファイル、プログラムソースを管理する。利用者との間でシステム使用契約を結んだ後に、パスワードを配布、IQESH の運用・管理体制を敷く。

## (2)システム構成

IQESH は、図-2に示すように「前処理システム、画質判定システム、画質判定情報管理システム」といった3つのシステムに大別される。ハイパースペクトルデータの画質判定に関わる一連の処理の流れに対応できるシステム構成となっている。

IQESH のメインメニューを図-3に示す。「前処理システム、画質判定システム、画質判定情報管理システム」の順に選択すれば、画質判定を実施できる。

前処理システムでは、画質評価用データの作成を担う。画質判定システムによって画質判定を実施し、判定結果を登録する。さらに、画質判定情報管理システムでは、画質判定結果をデータセット化した上で、判定情報を共有・管理する。

また、後述するように、画面内の情報は操作上の誘導情報となるように設計・配慮した。特に、画質判定システム

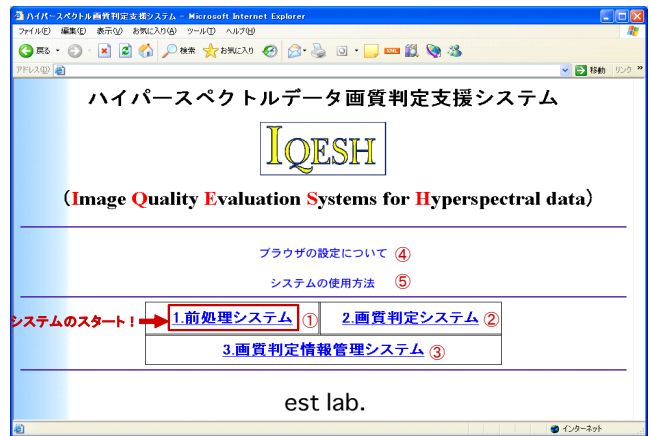


図-3 IQESH のメインメニュー

では、1つの操作ウィンドウで画質処理をすべて実施できるようになっている点が特徴となっている(5章(2)参照)。

## (3)システムの運用形態

データ管理者、一般利用者ともに、前述した3つのいずれのシステムへもアクセスできる。IQESH はインターネット環境下で稼働し、具体的には以下の運用形態となる。

### a)データ管理者側

データ管理者側では、画質判定用データセットを事前に整備する。一般利用者がインターネット環境下でこれらのデータセットにアクセスして画質判定結果を参照できるように継続的な運用体制を敷く。

### b)一般の利用者側

利用者側でも独自に画質判定情報を蓄積したい場合もある。IQESH では、この要求にも対応できるようになっている。すなわち、画質判定結果を管理者側(サーバ側)に送信し、データセット化して共有・管理するといった運用も可能となっている。この運用にあたっては、システム利用者から送信される画質判定用情報を管理する上でのデータセット構造や体制の問題についても検討することが必要となる(6章(1)参照)。

## 4. 前処理システム

### (1)前処理の流れ

IQESH はインターネット環境下で稼働することから、ハイパースペクトルデータを元データのままで扱って画質判定を実施することは、システムのレスポンスやターンアラウンドタイムの面で問題となる。

そこで、IQESH では、前処理システムによって、ハイパースペクトルデータをバンド別に圧縮変換(JPEG)し、「画質判定用画像」を事前にデータセットとして用意することとした。具体的には、以下の処理を実施する。



図-4 評価用データ切出し:前処理システムの画面設計の一例

- ①評価対象エリアの切出し
- ②レベルスライス処理<sup>付録3)</sup>
- ③評価用データとして圧縮・変換(JPEG)

## (2)前処理機能の工夫点

評価対象エリアを切出して画質評価用データを整備する際に、バンド毎に切出しエリアを指定してこれを繰り返すといった処理は現実的ではない。IQESH では、**図-4**に示すように、切出し開始バンドと終了バンドを指定すれば、対象データの切出しを効率的に実施できる。切出した後に、画質判定用の画像を用意するためにレベルスライス処理を実施する<sup>付録3)</sup>。

以上の処理は、データ管理者側で実施するが、現状の画像処理技術で、これらの処理を全自動化することは困難である。IQESH では、指定する範囲のバンドの画像のみ評価用データセット化し、作業効率の問題に対応することとした。

## 5. 画質判定システム

### (1)画質判定処理の流れ

画質判定システムでは、前処理システムにおいて作成された「画質評価用データセット」を用いて画質を判定する。本システムでは、画質判定を支援する GUI(マウスホイールの活用)と、バンド別の判定結果を効率的に記録できる機能を装備している。画質判定時には、以下の3つの処理を順に実施する。

- ①画質評価対象データの指定
- ②画質判定の実施
- ③画質判定情報の記録・保存

### (2)画面設計上の工夫(画質判定支援)

数百バンドにおよぶハイパースペクトルデータの画質判

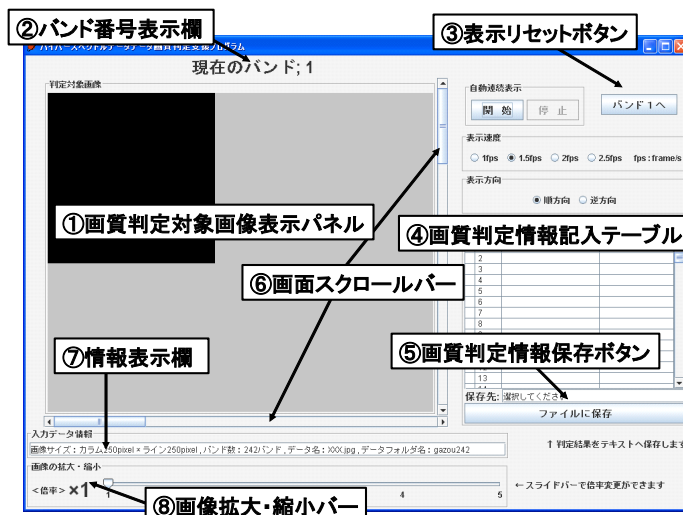


図-5 画質判定時の操作パネル:画面設計上の工夫

定を支援する上で、画質判定機能として、以下の2つの要件を満たす必要がある。

①視覚に基づく画質判定を簡易な操作で、効果的かつ効率的に実施できること。

②画質判定結果をバンド別に効率的に登録できること。

この要件を満たす上で、**図-5**に示すように「1つの画面上で全ての画質判定処理を実施できる」ように工夫した。この点がIQESHの特徴でもある。具体的には、以下の7つのコンポーネントから画面が構成されている(**図-5**内の番号参照)。

#### ①画質判定対象画像表示パネル

画質判定用データセットを読み込み、判定対象画像を表示するパネルである。このパネル内で、マウスホイールの回転にもなって画像が連続表示される。

#### ②バンド番号表示欄

判定対象画像表示パネルに表示されている画像のバンド番号を表示する領域である。マウスホイールの前後回転にもなって表示対象画像のバンド番号が替わっている。常にこのバンド番号欄を参照しつつ、画質を判定することになる。

#### ③表示リセットボタン

判定用画像データセットの最初のバンドに相当する画像に戻るボタンである。前処理システムで作成した画質判定用データセットを構成する画像のバンド数が多くなる程、この機能が役立つ。

#### ④画質判定情報記入テーブル

画質判定情報を記入するためのテーブルである。判定対象画像表示パネルに表示されている画像を見て、画質判定情報を記録できるようになっている。バンド別に効率的に記録できるように GUI 設計上の配慮がなされている。詳細は次項で説明する。

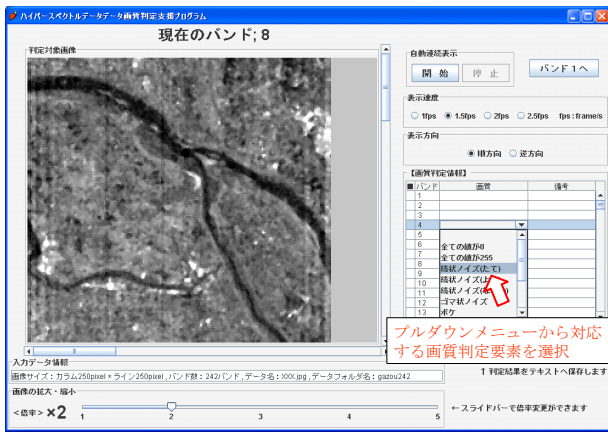


図-6 画質判定結果を記録する画面設計の例

### ⑤画質判定情報保存ボタン

画質判定情報記入テーブル上での記録を終了して、保存する時にこのボタンをクリックする。全てのバンドの画質判定情報が1つのファイル名で保存される。

### ⑥画面スクロールバー

「画質判定対象画像表示パネル」内に表示されている画像を前後左右にスクロールするためのバーである。拡大後の画像をスライドさせ、任意の領域の画質を判定する際に利用する。

### ⑦情報表示欄(画質判定用データセット)

画質判定対象となっているデータセットの諸元情報を表示してある。「画像サイズ、総バンド数、データセットファイル名、保存フォルダ名」が表示される。

以上のように一つの画面内ですべての画質判定処理を実施できるように配慮されている。Windows コンポーネントをベースとした GUI そのものの設計手法に関わる研究や書籍は数多いが<sup>6),7)</sup>、専門性の高い技術系の各種処理・解析システムにおける GUI 設計のあり方に関する議論も重要であると考えている<sup>8)</sup>。

## (3)画質判定情報の記録に関する検討

「画質判定」とは、画像を見て判定することが基本であり、判定結果はおのずと主観に依存する。画像特徴量から画質を自動判定(客観評価)しようとする研究もあり、筆者らも衛星データの画質評価をどの程度まで自動化できるかといった問題に取り組んだ<sup>5)</sup>。しかし、画質判定要素の定義を含めて、判定処理の自動化を実現することは困難であることを認識している。さらに、数百バンドにおよぶハイパースペクトルデータを見てみると、画像濃度値がゼロである場合(大気に対する電磁波の透過率が低い場合)があったり、ライン状ノイズが多く、画像全体の鮮明度が問題になる場合が多い。

そこで、これらの研究内容をもとに、本研究ではハイパースペクトルデータに対する「画質判定要素」として、表一

表-1 IQESH で扱う基本画質判定要素

	画質判定要素
局所領域評価	①ライン状ノイズ:縦方向 ②ライン状ノイズ:横方向 ③ライン状ノイズ:斜め方向 ④ごま塩状ノイズ(speckle noise) ⑤ボケ(blur) ⑥雲 ⑦影
全体領域評価	①不鮮明:使用不可 ②良:使用可 ③優良:使用可 ④画像濃度値が「0」である画素多く、使用不可。 ⑤画像濃度値が「255」である画素多く、使用不可。

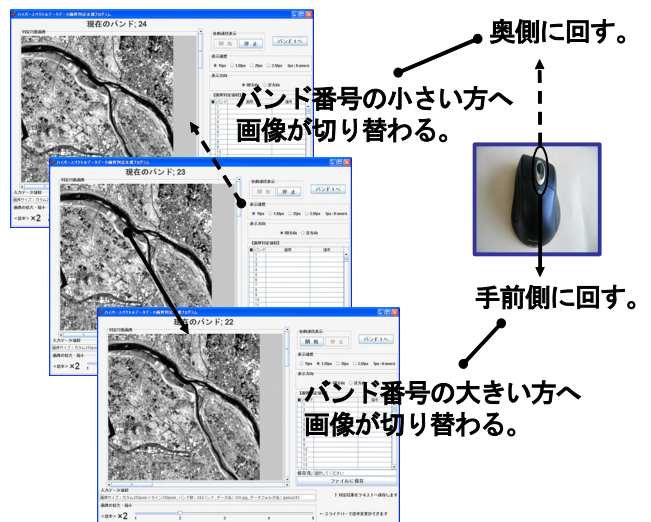


図-7 マウスホイールをインターフェースとした画質判定支援

1)に示す12項目を設定した。実務においてハイパースペクトルデータの利用を念頭に置き、「局所領域評価」と「全体領域評価」に分けた上で、画質判定要素を考えた結果である。

これらの画質判定要素は、図-6に示すように「画質判定情報記入テーブル」上のプルダウンメニューを介して、指定・選択するだけで登録できるようになっている。この図は、バンド8のデータでノイズが発見された例である。画質判定要素として「縦縞状ノイズ」をプルダウンメニューから選択・記録している様子を示している。このように IQESH では、多バンドの画質判定結果を効率的に記録できるようになっている。

## (4)画質判定を支援するユーザーインターフェース

IQESH では、図-7に示すようにマウスホイールをインターフェースとして画質判定を支援する点が特徴となる。

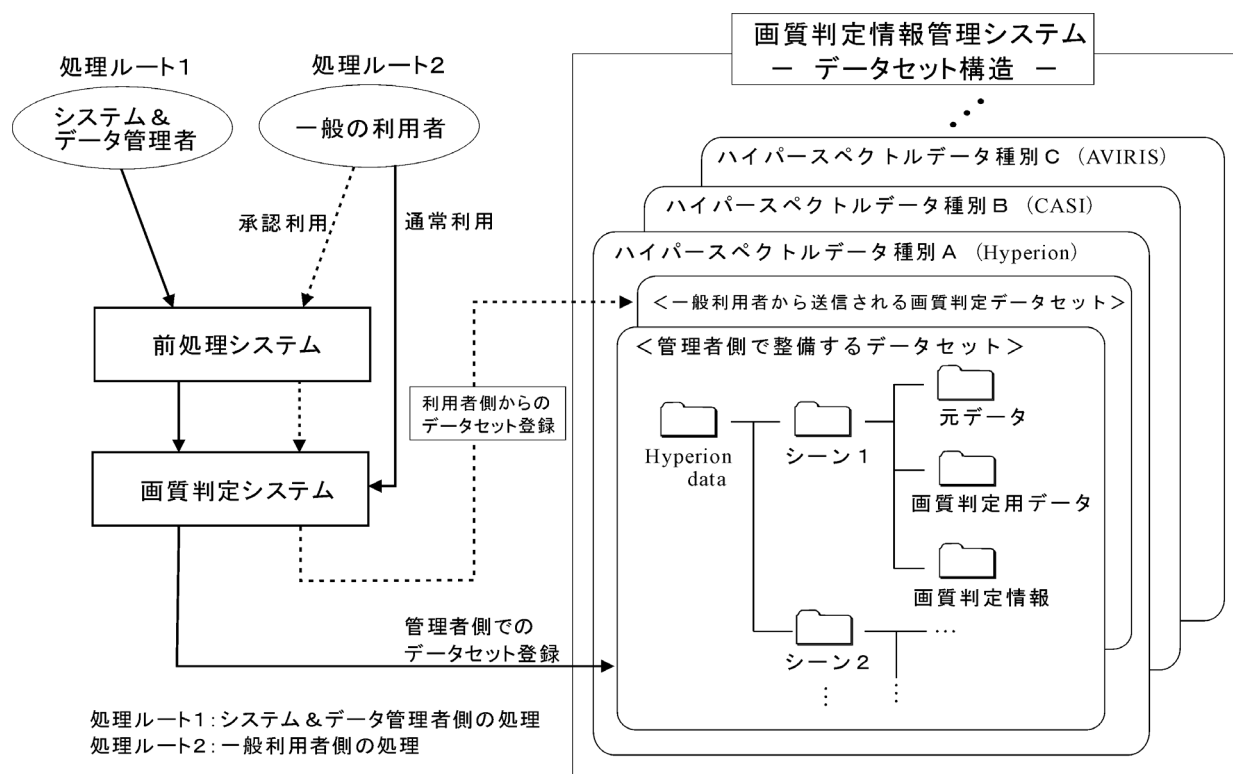


図-9 画質判定に関わる処理ルートとデータセットの基本構造

マウスホイールを手前に回すと、バンド番号の大きい方へ画像表示が切り替わり、奥側に回すとバンド番号が小さい方へ戻すことができる。画像の連続表示によって、次項で述べるように、ライン状ノイズ、ごま塩状ノイズ、ボケの状態等、画像全体にわたる画質判定を効果的かつ効率的に実施できる。さらに、このような「手動切替表示機能」に加えて、「自動連続表示機能」も装備している。これら2つの機能を適宜切替えて使用することによって、画質判定作業を効率的かつ効果的に実施できるようになっている。

### (5) 画質判定効果と効率性

以下の3つの画質判定要素を例として、IQESH における画質判定効果について説明する。

#### ① ライン状ノイズ判定例

図-8(a)に、バンド55～バンド93までの画像連続表示結果を示す。バンド55とバンド93では、ノイズはないが、バンド56ではライン状ノイズが視認できる。このように画像を前後に繰り返し表示することによって、ライン状ノイズの状態やノイズ存在位置の判定を効率的に実施できる。

#### ② 画像のボケ状態の判定例

図-8(b)に「画像のボケ」の状態を発見した例を示す。バンド93とバンド95では、ボケの状態は確認できないが、バンド94では明らかに画像全体にわたって不鮮明で「画質がボケた状態」であることが判る。実際の判定では、マウスホイールを前後に回し、前後のバンドの画像を繰り返し表示する。バンド間の画質の違いを利用して、「画像のボ

ケ」の状態を容易に判定することが可能となる。

#### ③ 電磁波大気透過率が低いバンド帯の画質判定例

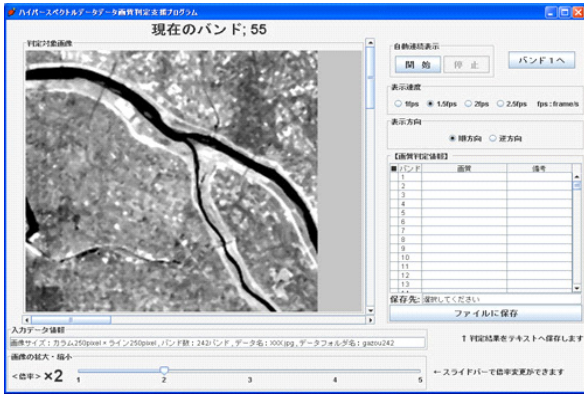
電磁波の大気に対する透過率の違いにともなって画像濃度値が極端に小さく観測される場合があり、画像内の画素値が欠損して「ガサつき状ノイズ」となって現れる。このような画質の判定支援も重要な要素となる。図-8(c)にこれらの画質の判定例を示す。

バンド70では、画像濃度値が全てゼロを示していることが判る。さらに、バンド96の画質は問題ないが、バンド98とバンド99では、画像濃度値が欠損していることが判る。前述したとおり、地表面分析に際して、これらのデータは使用には耐えられないが、電磁波の大気透過率に関する研究等では有用となる。ハイパースペクトルデータ購入前の画質判定支援システムとして、多くの分野にわたる利用者にとって寄与できると考えている。また、マウスホイールの回転とともに連続表示される画像の視認に慣れると、数百バンドにおよぶ画像の画質判定を1分程度でほぼ把握できる(判定結果記録時間は除く)。ハイパースペクトルデータの画質判定支援策として、マウスホイールをインターフェースとした画質判定支援策が有効となる。

## 6. 画質判定情報管理システム

### (1) データセット構造の検討(画質判定情報の管理)

図-9に IQESH のデータセットの基本構造を示す。画質判定情報管理システムでは、画質判定システムで判定



バンド55:ノイズ無  
(波長: 905nm)

マウスホイールを回して  
次のバンド画像を表示



バンド56:ライン状ノイズ発見・記録  
(波長: 915nm)

マウスホイールを回して  
次のバンド画像を表示



バンド93:ノイズ無  
(波長: 1074nm)

(a) ライン状ノイズの判定例



バンド93:ボケの状態無  
(波長: 1074nm)

マウスホイールを回して  
次のバンド画像を表示



バンド94:ボケの状態発見・記録  
(波長: 1084nm)

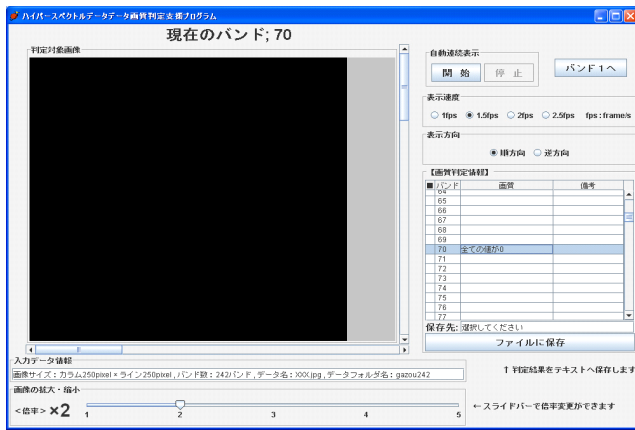
マウスホイールを回して  
次のバンド画像を表示



バンド95:ボケの状態無  
(波長: 1094nm)

(b) 画像のボケ状態の判定例

図-8 マウスホイールをインターフェースとした画質判定効果(1)



バンド70:画像濃度値ゼロの画像も存在  
(波長:1058nm)

↓ マウスホイールを回して  
次のバンド画像を表示



バンド98:画像濃度値が一部欠損  
(波長:1124nm)

↓ マウスホイールを回して  
次のバンド画像を表示



バンド96:ノイズ無  
(波長:1104nm)



バンド99:画像濃度値が一部欠損  
(波長:1134nm)

### (c) 電磁波の大気透過率が低いバンド帯の画質判定例

図-8 マウスホイールをインターフェースとした画質判定効果(2)

された情報をデータセットとして管理する。ハイパースペクトルセンサは、衛星や航空機に搭載され、その種類も多用である。ハイパースペクトルデータの種別毎にデータセットを継続して、蓄積・管理できることが必要となる。図-9のデータセット構造は、この点を考慮して設計されたものである。

処理ルート1は、データ管理者が一般的に対応する処理である。処理ルート2は、3章(3)で述べたとおり、あらかじめ登録してある画質判定用のデータセットに対する処理ではなく、一般利用者の手元にあるハイパースペクトルデータに対して画質判定を実施する場合である。画質判定情報管理システム内では、データ種別毎にまずフォルダ

を大別し、管理者側で管理するデータセットはシーン別に「元データ」、「画質判定データ」、「画質判定情報」が管理される。

さらに、利用者から送信される任意の画質判定情報を同じデータセット構造として必要に応じてフォルダを設定することとした。このデータセット構造に基づいて、センサ種別毎に画質判定に関わる情報を要領良く管理でき、拡張性も確保できる。

#### (2)画質判定情報の編集

画質判定情報をスプレッドシート環境下(表計算ソフト: EXCEL、SPSS 等)で自由に加工・編集できることも必要と

表-2 IQESH で計算できる画質評価関連指標

項目	指標	機能
画像統計量	平均	・バンド別計算指定可能 ・エリア別計算指定可能 ・ライングラフ (バンド範囲指定可能)
	分散	
	歪度	
	尖度	
画像情報量	エントロピー	
画質評価指標 (ボケ成分)	1/fゆらぎ	

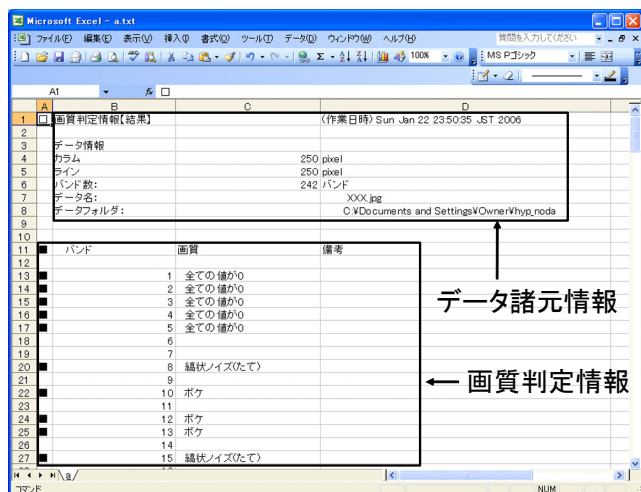


図-10 画質判定情報の加工・編集例  
(スプレッドシート環境への誘導連携)

なる。IQESH では、インターネット環境下で稼働中に画像加工ソフト(Photoshop、Corel\_DRAW 等)、表計算ソフト(EXCEL、SPSS 等)に誘導リンクできるようになっている。

IQESH の規定書式で保存された画質判定情報を EXCEL 内にインポートした例を図-10に示す。インターネット環境下で稼働する技術系の処理解析システムにおいては処理の流れに対応して適宜スプレッドシート環境下へリンクできる、いわゆる「誘導連携システム」の設計の重要性も指摘されており<sup>9)</sup>、IQESHもこの考え方を継承した。

### (3)画質の定量評価指標の取り扱いについて

IQESH では、画質判定情報の定量評価も実施できるようになっている。通常の画像処理ソフトと同様に、画像統計量として「平均、分散」をバンド別にグラフ化する基本的な機能等を装備している。表-2に IQESH に装備した画質判定用の定量評価指標を示す。「1/fゆらぎ」や「エントロピー」は、画質評価や画像情報量に関する研究内容をもとに<sup>5)、10)</sup>、IQESH の画質評価指標として採用した。

「1/fゆらぎ」の値は、ボケの判定に有効であることが判っている<sup>10)</sup>。この値についてもバンド別に計算してグラフ化できるようになっているが(図-11)、ノイズがあると「ゆらぎの値」が影響を受けることから、ボケの状態を評価ができないこともある。また、数百バンドの画像に対して1/fゆらぎを計算し、グラフ化するまでに30分程度を要し、ターンアラウンドタイム上の問題は避けられない。

したがって、これらの画質評価に関する各種の統計値をデータ管理者側で全てのバンドに対して計算・蓄積することは推奨できない。定量的な画質評価指標については、必要に応じて計算・記録するといった運用で対応することとした。

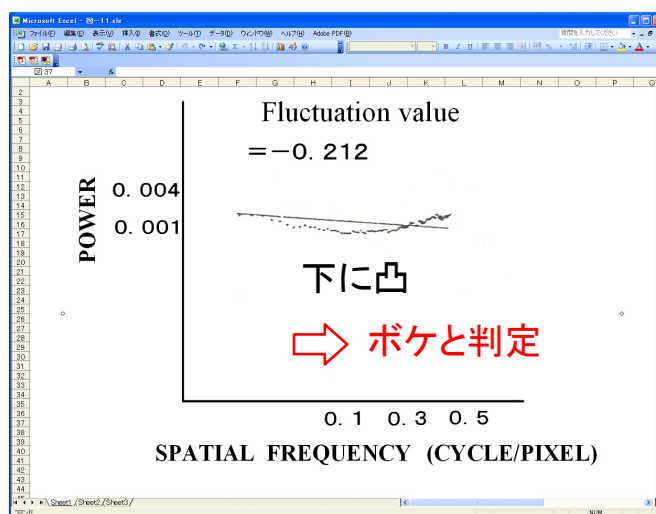


図-11 画質定量評価指標(1/fゆらぎ)の表示例

## 7. まとめ

本研究は、ハイパースペクトルデータ利用上の問題点を整理するとともに、インターネット環境下で稼働するハイパースペクトルデータ画質判定システムを構築したものである。研究・開発の内容は、以下の3点にまとめられる。

### ①ハイパースペクトルデータ利用上の問題点の整理

ハイパースペクトルデータの管理(配信)者側と利用者側の両者の立場から、データ利用・管理上の問題点を整理するとともに、画質判定問題は避けては通れない課題であることを指摘した。

### ②ハイパースペクトルデータ画質判定支援策の提案

マウスホイールをインターフェースとして判定対象画像を連続表示させ、画質判定を効率的かつ効果的に実施できるシステム(IQESH)を構築した。ハイパースペクトルデータのバンド数が多いことを逆に利用し、視覚に基づく画質判定を支援する GUI(Graphical User Interface)を設計・

開発した点が特徴となる。

### ③画質判定情報の共有・管理

インターネット環境下で画質判定を実施できるだけでなく、画質判定結果をデータセットとして蓄積・管理・共有できるトータルシステムを実現した。IQESHには、現在までに筆者らが実務・研究等で利用したハイパースペクトルデータが蓄積されているにすぎない。今後は、逐次、各種のハイパースペクトルデータを蓄積し、IQESHの稼働実績を積み上げていく予定にある。

環境監視、防災、海洋、森林、土地利用等、様々な分野でハイパースペクトルデータの活用が期待されている。基礎研究と並行して、画質の判定支援、データの品質管理に関わるシステムアプローチは、「情報利用技術」を取り扱う研究分野においても無視できない課題と言える<sup>5)</sup>。

ハイパースペクトルデータだけでなく、次世代の各種リモートセンシングデータの利用・普及に際してもデータの品質管理の問題は避けては通れない検討課題となるはずである。本研究の内容が、この点に関する問題提起の一つになるとともに、各種情報提供・管理システム開発時等においても何らかの形で寄与できれば幸いである。

**謝辞：**東京理科大学地球環境工学研究室内の池田雄紀氏（現：神奈川県庁）には、IQESHの初期設計時に助力を得た。また、ハイパースペクトルデータ（Hyperion data）の検索にあたって、（財）リモート・センシング技術センターの協力を得た。ここに記して感謝の意を表します。

### 付録

#### 1) ハイパースペクトルデータ<sup>10)</sup>

ハイパースペクトルデータとは、接頭辞(hyper-:…越えた)が示すとおり、従来のマルチスペクトルを超えるスペクトル分解能および観測バンド数を有するセンサによって観測されるリモートセンシングデータの総称である。ハイパースペクトルとマルチスペクトルを区別する明確な定義(数量的基準等)はなく、一般には観測バンド数によって区分することが多い。数十バンド～数百バンドの観測帯をもつセンサは、一般にハイパースペクトルセンサと見なされる。観測対象とする物理現象を検知する上で十分なスペクトル分解能を有し、連続スペクトルとして観測できることがハイパースペクトルセンサが備えるべき要件となっている。

ハイパースペクトルデータは、画像(2次元空間)としての空間的な次元(Image domain)とスペクトル次元(Spectral domain)の両者を有する3次元データとしてとらえることもでき、“hyperspectral cube”等と称されることもある。本研究の内容は、まさに、“hyperspectral cube”に対する画質判定支援策の一つとして寄与できるものと考えている。なお、本研究で取り上げたhyperionは、バンド数:220バンド(0.4~2.4 $\mu\text{m}$ )、地上分解能:30mで観測できるハイパースペクトルセンサである。

#### 2)大気の窓<sup>12)</sup>

地上対象物の観測には大気に対する透過率が高い波長域の電磁波を利用する。この波長域のことを「大気の窓」と言う。大気状態の把握を目的とするリモートセンシングでは、大気成分による吸収波長域が利用される(水蒸気やCO<sub>2</sub>による吸収等)。

#### 3) レベルスライス処理<sup>11)</sup>

レベルスライス処理とは、強調したい範囲の画像濃度値の下限と上限を指定し、その間を数十段階の離散的な濃度値に変換し、画像を強調表現する処理を言う。自然な色調で画像が判読できるようにする画像強調処理方法の一つである。

### 参考文献

- 1) Bajcsy, P., and P.Groves: Methodology for hyperspectral band selection, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Vol.70, No.7, pp.793-802, 2004.7.
- 2) Thenabail, P.S., Smith, R.B., and De Pauw, E: Hyperspectral vegetation indices and their relationships with agricultural crops, *Remote Sensing of Environment*, Vol.71, pp.158-182, 2000.
- 3) 小島尚人、大林成行:ハイパースペクトル画像分類を目的とした有効バンド選定アルゴリズムの一提案、日本リモートセンシング学会誌、Vol.25、No.1、pp.1-12、2005年1月。
- 4) 小島尚人、大林成行、古田明弘:インターネット環境で稼働する衛星画像処理・解析システムの構築、土木情報システム論文集、Vol.11、pp.93-102、2002年10月。
- 5) 桑原祐史、小島尚人、大林成行:衛星リモートセンシングデータの品質管理支援を念頭においた画質判定システムの構築、土木情報システム論文集、Vol.3、pp.7-14、1994年11月。
- 6) Susan Fowler 著、黒須正明監修:Windows ユーザインターフェイス事典、翔泳社、1998年8月。
- 7) 伊藤潤:ユーザインターフェイス設計における操作フロー図作成支援ツール、ヒューマンインターフェイスシンポジウム論文集、Vol.12、pp.515-518、1996年。
- 8) 小島尚人、大林成行、東俊孝、油谷寛:斜面安定性評価支援システムにおけるGUIの構築と操作性の向上、土木情報システム論文集、Vol.8、pp.119-126、1999年10月。
- 9) 小島尚人、大林成行:スプレッドシート環境下で稼働する土地構想計画支援システムの構築、土木情報利用技術論文集、Vol.12、pp.113-122、2003年10月。
- 10) Tiyip Tashpolat、小島尚人、大林成行:衛星マルチスペクトル画像の画質改善手法の提案、日本リモートセンシング学会誌、Vol.12、No.2、pp.5-19、1992年6月。
- 11) (財)資源・環境観測解析センター監修:地球観測データからの情報抽出、資源・環境リモートセンシング実用シリーズ、pp.98-99、(株)チクマ秀版社、2003年3月。
- 12) 大林成行、小島尚人:最新・実務者のためのリモートセンシング、全967頁、(株)フジ・テクノシステム、2002年7月。
- 13) 土屋 清 編著:リモートセンシング概論、pp.40-41、朝倉書店、1990年5月。

(2006.5.10受付)