

夜間被災地撮影チャートを用いた超低照度画像に関する検討

環境リモートセンシング研究室 酒井 真也

1. はじめに

地震などの大規模な災害が発生した場合、道路の断絶等により、陸上交通手段などによる被災地へのアクセスが不能となることが十分に想定される。そのため、消防防災ヘリコプターを活用して上空から被災地にアクセスし、被災状況を把握し、これを発信することが、迅速かつ確実な情報収集の上で極めて有用である。しかし、夜間では、コントラストや分解能の低下、SN比(信号対雑音比)の低下によるノイズ増加により、消防防災ヘリコプターによって被災状況を把握することは困難となっているのが現状である。

昨年の研究¹⁾では、白黒の濃淡チャートを使用して、夜間における視認性の向上を行った。その結果、時間蓄積処理が最も視認性向上に有用だと分かった。また、視認性に影響を及ぼす分解能を一定にして撮影を行っていた。

それらのことを踏まえ、本研究では、被災地映像を模した夜間被災地撮影チャートを用いた超低照度画像に関して、分解能と視認性の関係、視認性向上の限界照度、蓄積効果と視認性の関係について検討した。

2. 夜間被災地撮影チャート

超低照度において、実際の空撮を行わなくても、概ねの特性を評価するために、昨年、本研究室において本チャートは作成された。ここで超低照度とは、日没後1時間後の人工照明のない領域での照度0.1lx以下のことを指す。

本チャートは、建物崩壊、火災、土砂崩れなどに係わる被災地域の状況を設定している。また、センターラインのある道路、建物の輪郭・形状、色彩を模したチャートである。図1に夜間被災地撮影チャートを示す。

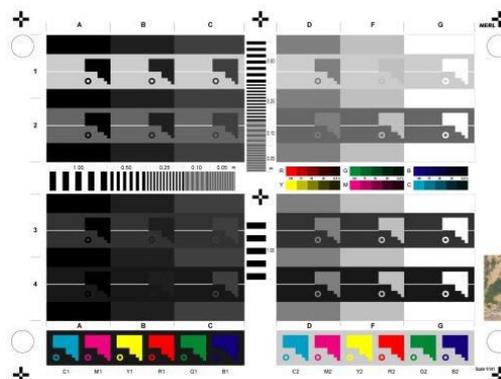


図1 夜間被災地撮影チャート

外寸：W80cm、H60cm(1/100 スケール)

3. データの取得

3.1. 撮影機材

撮影に用いた機材は、民生CCDビデオカメラ、民生デジタルカメラ、そして、夜間被災地撮影チャートである。ビデオカメラの可視域を捉えるモードと、可視域と近赤外線の双方を捉えるモードを使用し、撮影を行った。ここでは、ビデオカメラによって撮影された画像に焦点を絞る。

3.2. 撮影方法

各撮影照度1、0.5、0.1、0.05、0.01lxにおいて、チャートとカメラ間の距離を4.3mに設定し、画角を固定した。そして、その画角を保持させた状態で、撮影距離を6.5m、8.6m、10.8mと変えながらビデオカメラ(民生)を使用して撮影を行った。撮影距離に対応する飛行高度、分解能を表1に示す。なお、本研究では、視認性向上の効果や視認性の評価を検討しやすいと考えられた、撮影照度：0.5lxの映像を基に解析を進めた。

3.3. 原画像の作成

撮影したビデオカメラの画像から、1フレーム

(約 1/30 秒)の静止面を作成し、各処理の基となる原画像を作成した。

表 1 撮影距離に対応する飛行高度、分解能

撮影距離(m)	飛行高度(ft)	分解能(mm/pixel)
4.3	1000	1.2
6.5	1500	1.8
8.6	2500	2.4
10.8	3000	3.0

4. 視認性向上処理

夜間、ビデオカメラで撮影された画像の視認性が低くなる原因として、S/N 比(信号対雑音比)が関わる。太陽光を対象物体が反射する光をカメラが信号として捉えているが、日没後、対象物からの反射光が減少することで信号が減少する。そのため、雑音(ノイズ)に対して信号の比が小さくなり、結果的に画像全体にノイズが表示される。

昨年の研究¹⁾より、視認性向上に有効な処理は時間蓄積処理と確認されているため、本研究では時間蓄積処理を視認性向上処理に用いた。なお、照度 0.5lx で、蓄積時間として、連続する 10 フレーム(1/3 秒)、90 フレーム(3 秒)の 2 パターンの処理を行い、画像を作成した。

5. 視認性の評価方法

本研究ではチャートの視認性を評価するために、被験者テストを行った。被験者テストに参加していただいたのは、長岡技術科学大学・大学院の学生 6 名である。評価していただいた箇所を図 2 に示す。赤枠、青枠では道路、白線、構造物、円を、緑枠では、1.00、0.50、0.25、0.10、0.05 の縦線をそれぞれ評価していただいた。評価前の基準画像として、図 1 を見せた。目視による評価結果を、0 点、1 点、2 点、3 点として点数化した。また、目視による評価結果の数値と評価の意味づけを表 2 に示す。

分解能チャート

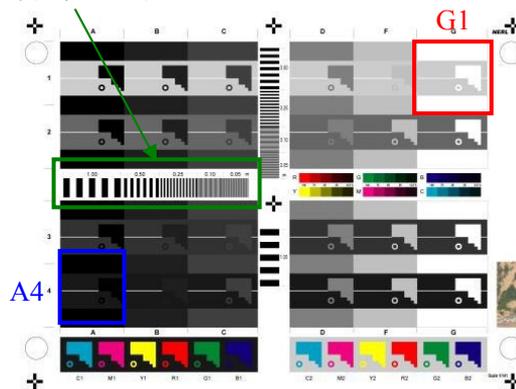


図 2 評価箇所(赤,青,緑枠)

表 2 目視による数値と評価の意味づけ

評価	数値
明瞭に視認できる	3
視認できる	2
視認ほぼ困難	1
視認できない	0

次に、視認性を簡潔に評価できるように、総合得点と視認性得点の項目を設け、総合的立場のもとで視認性を評価した。総合得点とは、図 2 に示してある A4、G1 の道路、白線、構造物、円と分解能チャートの 1.00、0.50、0.25、0.10、0.05 の評価結果を足し合わせたものである。一方、視認性得点とは、評価基準画像の総合得点を 100 と換算したときの値であり、この視認性得点の結果から、分解能と視認性の関係、視認性向上の限界照度、蓄積効果と視認性の関係について検討した。

6. 分解能と視認性の関係

撮影照度 : 0.5lx の条件化で撮影し、各撮影距離(各分解能)に蓄積処理を施した際の分解能と視認性の関係を検討した。図 3,4 は横軸が分解能、縦軸が 5. で述べた視認性得点である。

図 3,4 より、各分解能に対して、蓄積時間を多くかけると、視認性得点が高くなっていることから、蓄積時間を多くすると、視認性が向上することが確認できる。

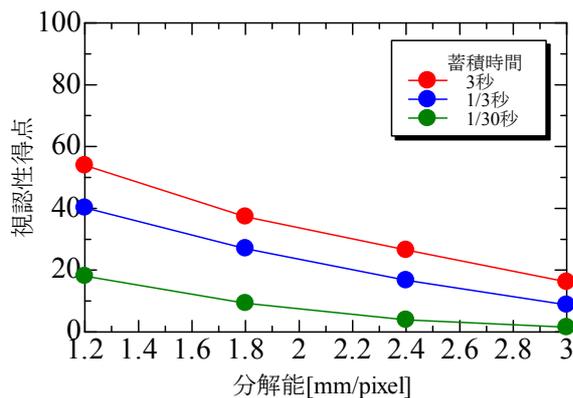


図3 視認性得点と分解能の関係(可視,蓄積時間別)

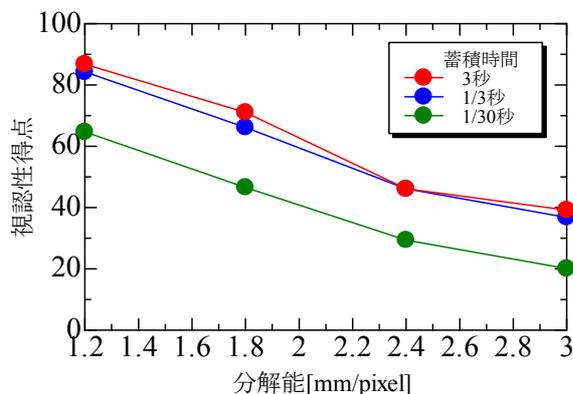


図4 視認性得点と分解能の関係
(可視・近赤外,蓄積時間別)

さらに、分解能が高くなればなるほど、視認性得点が高くなっていることから、分解能を高くすれば、視認性が向上することが確認できる。図4より、可視・近赤外画像では蓄積時間を3秒以上とっても、それ以上の視認性の向上は期待できないと考えられる。

7. 視認性向上の限界照度

各撮影照度 0.5、0.1、0.05、0.01lx における、最大の蓄積時間をかけた画像に対して、視認性向上の限界照度の検討を行った。それらの結果が図5.6である。図5より、撮影照度 0.5lx において、蓄積時間を3秒確保すると、蓄積効果が確認できる。しかし、0.5lx より低い照度においては、蓄積をかけても、視認性得点がほとんど変わらないことより、照度 0.1lx 以下の可視画像では、蓄積効果が

期待できないと考えられる。特に、蓄積処理を施しても、視認性が向上しない照度は 0.01lx(可視)であると確認できる。

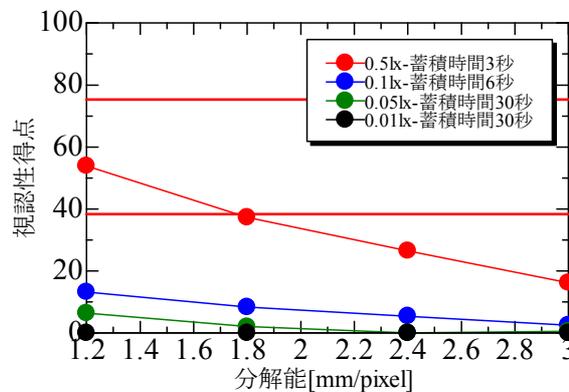


図5 視認性得点と分解能の関係(可視,照度別)

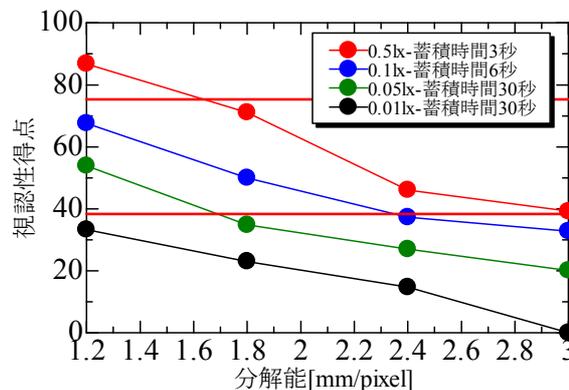


図6 視認性得点と分解能の関係(可視・近赤外,照度別)

分解能を高くしてゆくと、視認性得点が 0.01lx 以外は向上してることが確認できる。つまり、分解能を高くすればするほど、限界照度も低下してることが確認できる。分解能 3.0mm/pixel における限界照度が 0.1lx なのに対し、分解能 1.2mm/pixel における限界照度は 0.05lx であることが後付けとなっている。

次に図6をみると、分解能 3.0mm/pixel における限界照度は 0.05lx だが、分解能を高くするにつれて、限界照度が 0.01lx まで低下することが確認できる。

8. 蓄積効果と視認性の関係

分解能 1.2mm/pixel において、照度 0.5lx、蓄積フレーム枚数 1 を基準にした等価露光条件指標値を算出し、照度条件別における視認性を比較した。それらの結果が図 7,8 である。図 7,8 の横軸の等価露光条件指標の値は 1 を基準としている。等価露光条件指標の値が増える方向につれて、受光エネルギー量がその数値倍多いことを示している。

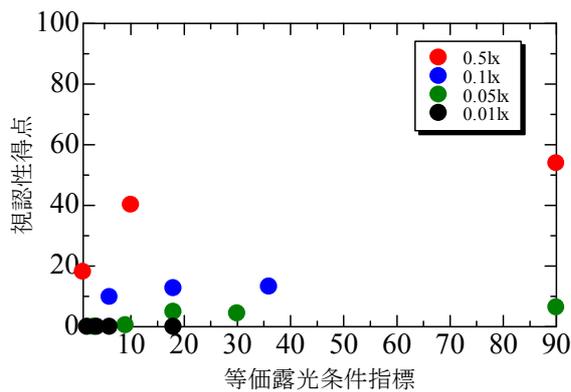


図 7 等価露光条件指標と視認性得点の関係
(可視,照度別)

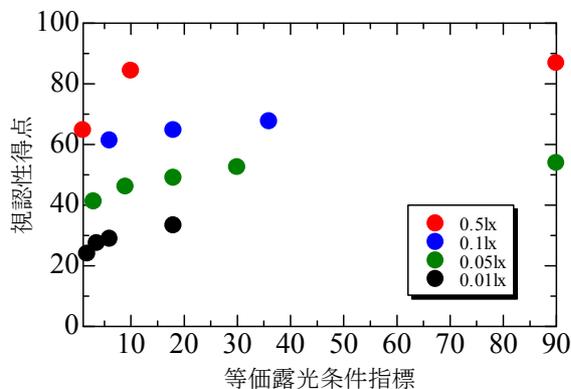


図 8 等価露光条件指標と視認性得点の関係
(可視・近赤外,照度別)

図 7,8 より、等価露光条件指標が大きくなるにつれて、視認性が向上しているのは、0.5lx だと確認できる。その他の照度では、視認性がほとんど向上していない。また、等価露光条件指標の値 20 付近をみると、照度が低下するにつれて、視認性得点も低下している。これらのことより、超低照

度条件下では、蓄積効果が低下することが確認できる。

9. 分解能における視認性の比較

縦軸に分解能 1.2mm/pixel の視認性得点を取り、横軸に分解能 1.8、2.4、3.0mm/pixel の視認性得点をとった。その結果が図 9 である。図 9 より、分解能を高くすればするほど、視認性得点の位置が右によってきていることより、分解能を高くすればするほど、視認性は向上することが確認できる。

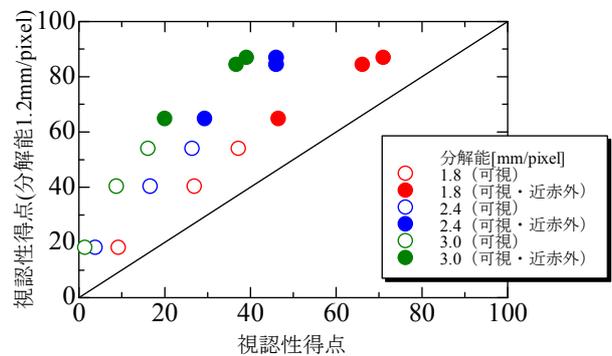


図 9 分解能における視認性の比較

10. まとめ

分解能を向上させると、視認性は向上することを確認した。

蓄積処理を施しても、視認性が向上しない照度は 0.01lx(可視)であると確認した。

超低照度条件下では、蓄積効果が低下することを確認した。

参考文献

- 1) 講神雅人, “夜間撮影画像の視認性向上に関する検討”, 長岡技術科学大学課題研究論文, 2007