

すばる望遠鏡の安全対策

～大型プロジェクトに関わるすべての方に～

能丸淳一 国立天文台ハワイ観測所

概要

近年、大型の観測装置や望遠鏡を開発・製作するプロジェクトが進行しているが、規模の大きさは転落・衝突などの労働災害の重大化につながりかねない。特に海外で展開されるプロジェクトでは、現地の自然環境・政情・政策・労働者の訓練水準に応じた安全対策が必要であるが、安全対策を契約業者に丸投げすることは要注意である。契約業者が仮にプロジェクトの展開先の国に拠点を持っていても、その業者のプロジェクト担当チームが現地の労働安全の事情に必ずしも精通しているとは限らないからである。そこで、現地の職業安全の事情に精通した人・団体をパートナーとして一緒にプロジェクトを進めること、またプロジェクトの当初からプロジェクト内に独立性の高い安全部門をつくり、安全対策を徹底することが重要である。

1. 大型プロジェクトと安全

現在のところ、海外にて天文プロジェクトを展開し、プロジェクトに従事する職員の労働安全に関する責任を直接負う日本単独の組織は、国立天文台ハワイ観測所のすばるプロジェクトが唯一である。しかしながら今回の天文学に関する技術シンポジウムのプログラムを見ても明らかのように、我が国の天文学のプロジェクトは大型化と海外展開がますます顕著になってきている。

言うまでもなく、大型機器を扱うプロジェクトは機器の駆動力やサイズの大型化により、小型プロジェクトに比べてより危険な作業を伴う。大型プロジェクトに従事するすべての人は、このような潜在的な危険性を認識してプロジェクトを遂行することが重要である。また、海外で展開するプロジェクトにはその国の安全規則が適用される。規則とその背景にある安全政策に対する考え方は日本とは大きく異なるため、それを理解することが重要である。

2. 米国における労働安全の政策

ハワイ観測所のある米国では、1970年に成立した労働安全と衛生に関する法律(Occupational Safety and Health Act of 1970またはOSH Act)に基づき、労働省の下にOSHA(Occupational Safety and Health Administration: 労働安全衛生庁)が設立された。OSH Actには一般的な義務規定(General Duty Clause)として次のように書かれている: Each employer --(1) shall furnish to each of his employees employment and a place of employment which are free from recognized hazards that are causing or are likely to cause death or serious physical harm to his employees; 事業者は、従業員を死亡させる、あるいは従業員に重大な負傷を負わせることが分かっているような危険な状況のない、安全な職場環境をつくらなければならない。これは、あらゆる職場環境の危険に対して事業者の責任を明確にしており、OSHAが職場のあらゆる危険な状況に対して取締りができる根拠を与えている。

Subpart	Title	内容
D	Walking-Working Surfaces	通路、はしご、足場
E	Means of Egress	非常出口
F	Powered Platforms, Manlifts, and Vehicle-Mounted Work Platforms	シザーリフト、昇降床、チェリーピッカー
G	Occupational Noise Exposure	騒音
H	Hazardous Materials	危険物質
I	Personal Protective Equipment	保護具(保護メガネ、手袋など)
J	General Environmental Controls	衛生、閉鎖空間、ロックアウト・タグアウト
K	Medical and First Aid	ファーストエイド
L	Fire Protection	火災予防、消火器
M	Compressed Gas and Compressed Air Equipment	圧縮ガス
N	Materials Handling and Storage	フォークリフト、クレーン
O	Machinery and Machine Guarding	工作機械
P	Hand and Portable Powered Tools and Other Hand-Held Equipment	工具
Q	Welding, Cutting, and Brazing	溶接、溶断
R	Special Industries	天文学は含まれていない
S	Electrical	電気
T	Commercial Diving Operations	ダイビング
Z	Toxic and Hazardous Substances	毒性、危険性のある物質の一覧

表1 一般産業(General Industry)に適用される OSHA Standards の表題一覧

しかしながら、実際に労働安全を確保するためには、事業者が守るべき具体的なガイドラインも必要である。このため、OSHAは日本の政令にあたる OSHA Standardsを制定し、連邦政府のレベルで労働安全の監督・指導をおこなっている。この OSHA Standardsの中で一般産業に適用される規則の表題を表1に挙げるが、これを見るとどのような危険な分野があるかが分かる(1)。

米国の労働安全政策には以下に挙げるように、日本の政策と大きく異なる点がある。

(1) 事業者に安全施策の裁量権を与えている: OSHA Standardsは事業者に安全のためのプログラムを作らせ、それを守ることを義務づける。もしプログラムどおりに実

行していなければ違反となり、懲罰の対象になる。

- (2) 罰金は高額：2016年度から意図的な違反と繰り返しの違反に課される罰金は最高\$126,000。軽微な違反でも罰金は最高\$12,600。
- (3) OSHAが特定の製品やサービスを推奨、指定することはない：OSHA Standardには様々なトレーニングの規定があるが、その多くは、トレーナーの資格について言及がない。また特定の製品を安全と認定することもしない。ただし、事業者はトレーニングの内容を記録し保管する必要がある。
- (4) OSHAは民間機関による安全基準(Consensus Standards)を自らの基準として運用し、事業者に適用を義務づける：ANSI, NFPA, ASMEなど。
- (5) OSHAは結果責任を問う：事業者がOSHAに報告する項目は限定的：死亡事故、入院を伴う事故、失明。それ以外の記録は求められたときに提出すればよい。日本は労基署に報告しなければならない項目が多数ある。
- (6) 安全プログラムや記録の文書化に重点が置かれている：米国は訴訟社会で、文書が残っていないと、裁判においては証拠にならない。また、多言語・多文化社会であり、コミュニケーションは文字を使って明確におこなう必要がある。さらに労働市場が流動的であり、未熟な労働者を雇用することが多い。彼らに対して効果的な教育をおこなうためには文字教材の利用が不可欠である。

労働市場の流動化に関しては、ハワイ観測所もその例外ではない。図1にハワイ観測所のデイクルーと装置テクニシヤンの勤続年数毎の人数を示す。いずれも職種も勤続1年以下の労働者が最も多いことが分かる。

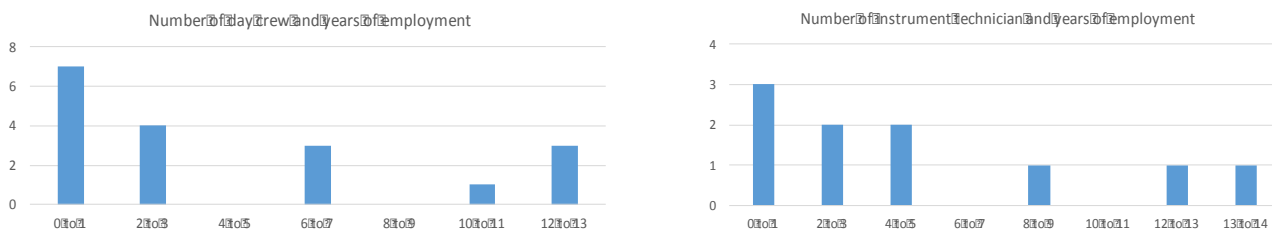


図1 ハワイ観測所の開所からのデイクルー(左)と装置テクニシヤン(右)の勤続年数毎の人数。ハワイ観測所では2000年頃からデイクルーと装置テクニシヤンを採用した。

3. ハワイ観測所での事故

2004年から2015年までの12年間にハワイ観測所で発生した事故を調べた。ここでいう事故とは、勤務時間中に勤務に関連して発生した傷病に限る。機器の破損のみの事象や負傷に至らなかった事象(ニアミス・ヒヤリハット)は含まないが、ファーストエイドだけで済んだものを含む。

事故件数は毎年3件から8件の間であり、2010年以降はそれより前に比べて若干多いように見えるが、概して一定である(図2)。日本の事故統計にならって、事故の種類と事故の起因物による分類を試みて

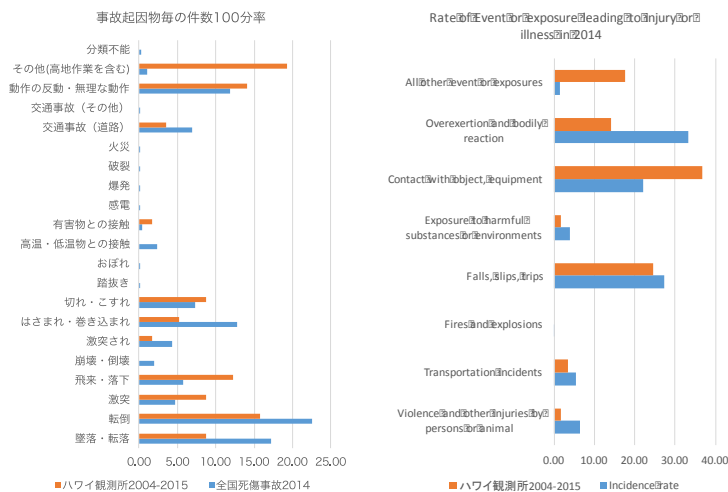


図2 ハワイ観測所の事故件数の推移。ここでいう事故とは勤務時間中に勤務に関連して傷病が発生したケースを指す。

みたのが図3である。事故型としては転倒、飛来・落下、動作の反動・無理な動作が多く、事故起因物としては環境等(自然環境)が最も多く続いて仮設物、建築物、構築物等が続く。環境等(自然

環境)はほぼすべてが高地であることで、高山病の原因である。次に、ハワイ観測所での2004年から2015年までの事故起因物を日本国内の2014年死傷

事故の事故起因物と比べてみた(2)。また、事故起因物を米国の労働統計局のデータとも比較してみた(3)。なお、日本と米国では事故起因物の分類が異なるため、ハワイ観測所の事故をそれぞれの分類に当てはめて比較をおこなった。日本の統計との比較ではその他(高地作業を含む)、飛来・落下および激突がハワイ観測所では多い。一方米国の統計との比較では、All other event or exposuresとContact with object, equipmentがハワイ観測所では多い。All other event…のほとんどが高山病である。このようにハワイ観測所では日本と米国のどちらの統計と比較しても、高山病と落ちてきたものに当たって怪我をするというケースが多いという結果である。



4. ハワイ観測所での事故防止の取り組み

安全対策というと、規則を作って守らせるということをまず思いつくかもしれないが、それだけで事故を未然に防ぐことができないことは明らかである。労働者が規則を守ろうという意識を持ち、実際に守らなければ、規則も無意味である。OSHAは安全対策の重点を事業者に対する強制(Enforcement)だけでなく、事業者に対するトレーニングや相談にも置いている。安全対策としてPDCAサイクルが有効と言われている。これは計画

(Planning)・実施(Do)・評価(Check)・改善(ActまたはAdjust)の頭文字を取ったもので、危険を予め予測し、それに対応する計画を立てて実行し、結果を分析して安全の向上のための対策をとる一連の流れを指すものである。危険を予め予測することは能動的に行動することであり、事故を未然に防ぐことにつながる。ただし、まだ起きていない事故に備えてコストをかけて対策を取することは、事業者の豊かな想像力と決断力が不可欠である。

図3 ハワイ観測所の2004年から2015年までの事故起因物毎の件数と、日本全国の死傷事故の事故起因物毎の件数の百分率の比較(左)と、米国の死傷事故の事故起因物毎の発生率との比較(右)。

安全対策はリスク管理とも言われる。リスクとは「損失が発生するかもしれない不確実な要素」であり、リスクマネジメントとは「リスクの存在、大きさなどを事前に把握し、合理的な方法とコストで適切な対処策を講じておくことにより、リスクによるダメージを小さくすること」と定義されることが多い(4)。事故のリスクを評価する要素としては危険性(事故が発生したときの負傷の度合いや損失)の大小と事故の発生確率の2つが考えられる。非常に高いリスクについてはその元となる行動そのものを回避することにより、発生を未然に防ぐことが必要である。その次に高いリスクについては、行動を回避することが難しい場合にはリスクを軽減するための対策を講じることが必要であろう。一方、比較的低いリスクについては、取れる対策を取るが、基本的にはリスクを受け入れることが考えられる。

リスクの管理とは、リスクを全くゼロにすることではなく、リスクの高さに応じた対策の優先順位をつけて対策のためのリソースの配分をおこない、全体として費用対効果を最大限にすることである。そして、危険な行為を回避するあるいはリスクを軽減するための対策は、実施した後の安全性を考慮して、常に以下の順番に考えなければならない(5)：

(1) エンジニアリング：転落防止の策を設けるなど、労働者が危険な状況に陥らないようにすること。



(2) 運用・作業手順の見直し：感電を防ぐためにブレーカーを切断するなどの手順を取ること。

(3) 保護具の着用：保護メガネ、手袋、レスピレータなどを着用すること。

人は常に新たな危険を作り出していると考えられることができる。安全な装置を安全な場所に設置したからといって、その装置と場所が安全であり続けられるとは限らない。人がものを動かす、作業の手順を変える、新たな作業を始める、そういったことをトリガーとして新たな危険が作られると認識するべきである。図4はすばる望遠鏡で装置テクニシャンが観測装置の点検のために手すりの上に乗って作業をしている様子である。この作業は次のような危険性をはらんでいる。

(1) 転落防止のボディーハーネスを装着しているが、命綱を観測装置のつり上げる用のアイボルトに留めている。このアイボルトは転落防止の目的で設置されたものではない。

(2) 命綱にはショックアブソーバーが伸びることで体にか

図4 すばる望遠鏡での観測装置の整備風景。

かかっている瞬間的な張力を低く抑えることができる。しかし、この種の命綱は伸びるので一般的には命綱の長さに6フィート(1.8m)

を加えた長さに満たない落下では役に立たない。

- (3) 作業者は手すりの上に乗って作業をしている。手すりは人が乗って作業をするために設置されたものではなく、すべりやすい。

このような危険な状況が発生した根本の原因は次のようなものが考えられる。

- (1) 観測装置は通常の向きとは異なる向きに設置されている。通常の向きであれば、ハシゴを使ってメンテナンスができるが、この向きでは観測装置と手すりの間の距離が短すぎるため、ハシゴを使うことができない。
- (2) この場所では高所での作業が想定されておらず、命綱を引っかけるための専用のアンカーが設置されていない。
- (3) しかしながら、運用上の要請から、安全の問題を解決する前に保守作業を実行する必要があった。つまり、観測装置もその設置場所も単体では何の危険もないのであるが、観測装置の設置場所と装置のメンテナンスの必要箇所との位置関係により、危険な状況が出現したものである。

5. 安全な職場・望遠鏡・装置をつくるには

後に安全対策にかかるコストを抑えるためには、安全対策はプロジェクトが開始するのと同時に、あるいはその前の計画段階から検討をはじめることが肝心である。

- (1) プロジェクトの最初の段階から安全のための組織作り、計画を立て、実行すること。
プロジェクトを展開する敷地、施設の面積は余裕を持って確保すること。安全を確保するためにはそれなりの面積が必要で、当初予想されないような機器の導入はよくあることである。また、プロジェクトの推進・運用からは独立した権限を持つ安全管理部門を作ることが重要である。安全管理部門の担当者はプロジェクトの推進・運用の要員を兼任しないことにより、純粋に安全の視点からプロジェクトを見ることが可能となる。安全管理部門の担当者の権限はプロジェクトが明確に規定することが望ましい。
- (2) プロジェクトの各段階で安全面からのレビューをおこなうこと。
建物や機器ができあがってから安全上の問題が見つかって、それを修正するには莫大な費用がかかるか、あるいは運用上修正は不可能となることがある。
- (3) 機器の設計・製作のレビューに、機器そのものの安全だけでなく、運用時・整備時の作業性と作業環境に起因するリスクも検討すること。
- (4) 常に職場の状況を把握し、リスクのサインを見逃さないこと。
プロジェクトの運用面からは独立した組織と権限を持つ安全の責任者が、安全の視点から職場を見ることが重要である。
- (5) 巡視、職員とのコミュニケーションを図る。
危険な状況は目に見えないことが多い。職員との普段の会話の中からそれが見つかることが多い。
- (6) 常に改善をおこなう。
安全は一度手を打てばそれで終わりというものではない。人や物が動く時には常に新たな危険因子が発生すると考え、恒常的にPDCA(計画・実施・評価・改善)サイクルを回していくことが重要である。
- (7) 安全マニュアルや作業手順を、評価に基づいて改訂する。
改善の結果は安全マニュアルや作業手順に反映させて、見えるようにすること。
- (8) 教育、教育、教育
事故が起きてから慌てて対応するのは安全対策ではない。事故を未然に防ぐことが重要であり、そのためには安全対策に対するプロジェクトメンバーや下請け業者の参加が不可欠である。プロジェクトメンバーや下請け業者が安全マニュアル、作業手順、行政の規則などを知ることが重要であり、そのための教育を怠らないこと。新人教育も重要である。

- (1) OSHA Standards for General Industry, 29CFR1910
https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owasrch.search_form?p_doc_type=STANDARDS&p_toc_level=1&p_keyvalue=1910
- (2) 厚生労働省労働災害統計 <http://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/tok/anst00.htm>
- (3) Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor <http://www.bls.gov/iif/>
- (4) 国立青少年教育振興機構 <http://www.niye.go.jp/kanri/upload/editor/60/File/09honbu0409.pdf>
- (5) OSHA Safety & Health Management Systems eTool <https://www.osha.gov/SLTC/etools/safetyhealth/comp3.html>