

道路管理画像を活用した 冬期視程障害発生状況の調査事例

留萌開発建設部 道路計画

○及川 秀一
岡田 慎哉
高橋 哲生

国道232号は、留萌管内を縦貫する唯一の幹線道路である。冬期には、地吹雪等の厳しい気象条件から視程障害による通行止めが発生しており、その解消は留萌管内の国道における重要な課題の一つである。

本報は、冬期視程障害を定量的に把握することを目的とし、CCTV設置箇所近傍に視程確認用の距離表示板を設置することで視程障害発生状況について把握し、併せて地域差等を検証した結果を報告する。

キーワード：視程障害、吹雪、CCTV

1. まえがき

留萌地域は、北海道の日本海側に位置し、日本海と天塩山地に挟まれた狭い海岸線に市街地が形成されている。留萌管内の国道232号は、南北に7市町村（天塩町、遠別町、初山別村、羽幌町、苫前町、小平町、留萌）を縦貫している。国道231号の増毛町を含めると管内8市町村が全て沿岸部に位置しており、沿岸部の通行止めは、地域生活にとって大きな影響を与える。

しかしながら、留萌管内の冬期視程障害を地域課題として整理する場合、通行止め以外の指標によって定量的かつ簡易に表現することが難しい。

そこで、本検討では、冬期視程障害の定量的把握を目的として、国道232号沿線の視程障害発生頻度が、他の沿線と比較し、どのような状況であるかを既存ストックであるCCTVを有効活用することで視程障害発生頻度の比較を行った。具体には、国道232号と国道233号のCCTVカメラ近傍（232号3箇所、233号1箇所）に視程確認用の距離表示板（以下、表示板とする）を設置し、日本海側沿岸と内陸部の地域差を比較することで検討を実施した。

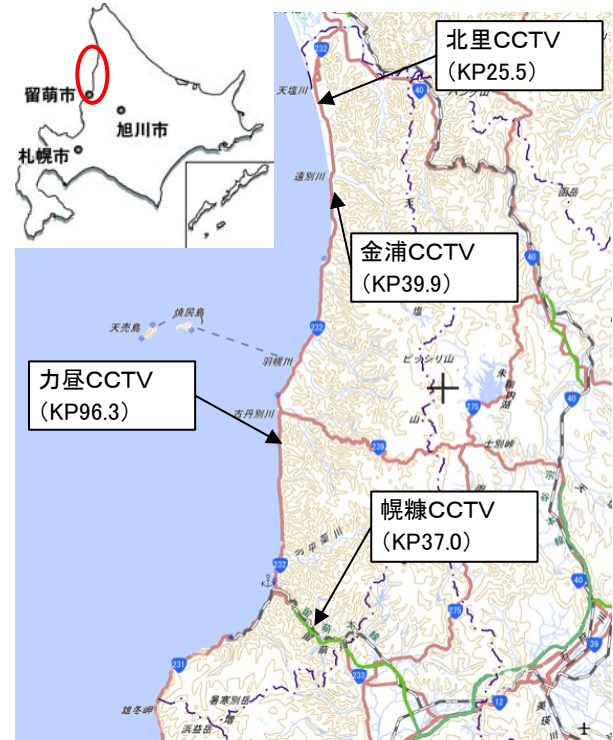


図-1 調査箇所図

2. 通行止め履歴（H17～H26の過去10年）

留萌管内における国道232号の過去10年（2005(H17)年度～2014(H26)年度）の通行止め履歴では、総計29回（述べ466時間）の通行止めが発生しており、うち23回（述べ254時間）が吹雪による通行止めとなっている。

表-1 通行止め履歴

	通行止回数	通行止め時間
全体	29	466.1
土砂崩落	2	178.5
吹雪	23	253.9
雪崩	2	13.6
事前通行規制区間	2	20.1

表-2 地吹雪発生が想定されるアメダスデータの抽出条件

気象要素	抽出条件	条件設定根拠
気温	-2℃以下	飛雪が舞い上がりやすいとされる気温 ^{1),2)}
風速	9m/s以上	目線の高さまで飛雪が到達し、視程障害となる風速 ^{1),2)}
積雪深	50cm以上	強風によって舞い上がった飛雪が直接道路に飛来する積雪条件として想定。

		風速		
		5m/s	9m/s	13m/s
気温	0℃	低い地吹雪	低い地吹雪	低い地吹雪
	-2℃	低い地吹雪	断続的な高い地吹雪	断続的な高い地吹雪
	-5℃	低い地吹雪	断続的な高い地吹雪	高い地吹雪

目線の高さまで吹雪が達する
(視程障害となる)

図-2 風速及び気温条件と地吹雪との関係図

また、平成27年10月には、急速に発達した低気圧の影響により留萌管内の日本海沿岸の大部分の区間が強風及び越波の影響により通行止めになるなど、幹線道路の通行止めは地域生活に大きな影響を与える。

3. アメダスデータからの気象特性把握

気象データから地域特性を把握するため、アメダスデータから地吹雪が発生しやすい条件を抽出(表-3)し、地吹雪発生の可能性についてとりまとめた。

抽出条件は、表-2及び図-2に示す気温、風速、積雪深から条件設定し、地吹雪が発生したと仮定する条件を満たした気象データを持つ日を視程障害発生日とした。

データ抽出の対象となるアメダス観測地点の選定にあたっては、各建設部管内にあるアメダス地点から4点を選定している。各管内における主要都市から選定(札幌、函館、小樽、旭川、室蘭、釧路、帯広、網走、留萌、稚内)し、近年、冬期通行止めがあった地域からは、その近傍の箇所(石狩、厚田、中標津、羅臼)を選定した。また、地吹雪発生の条件として、降雪地域であることが前提であるため、50cm以上の積雪を観測している箇所を地吹雪が発生する可能性の高い箇所として選定した。統計期間は2004(H16)年度～2013(H23)年度の過去10年間の冬期間(12月～3月)である。

この設定条件による抽出結果として、対象期間内における視程障害発生日数を表-4に示す。留萌開発建設部管内の地吹雪による視程障害発生の可能性は、17.6日となり、全道平均の5.9日よりも多く、留萌、稚内、旭川を含む道北圏の平均10.4日と比較しても多い結果となり、留萌開発建設部管内の気象状況は、他の地域と比較して

表-3 各建設部管内からのアメダス観測地点抽出箇所

開発建設部	選定アメダス
札幌	札幌、石狩、厚田、深川
函館	函館、江差、長万部、八雲
小樽	小樽、倶知安、共和、寿都
旭川	旭川、富良野、東神楽、名寄
室蘭	室蘭、苫小牧、浦河、日高
釧路	釧路、根室、中標津、羅臼
帯広	帯広、広尾、上札内、浦幌
網走	網走、紋別、雄武、斜里
留萌	留萌、天塩、羽幌、初山別
稚内	稚内、浜鬼志別(猿払)、声間、北見枝幸

表-4 視程障害発生の可能性とりまとめ結果

開発建設部	視程障害発生日数 (10年平均)
留萌	17.6 日
道北平均	10.4 日
全道平均	5.9 日

地吹雪発生の可能性が高い地域であることが分かった。

しかしながら、これは、過去の気象条件からの地吹雪発生の可能性について傾向を把握したものであり、実際の地吹雪発生状況から地域別の地吹雪発生頻度の把握を行ったものではない。そのため、沿岸部と内陸部での発生頻度の比較を留萌管内のCCTVと距離表示板で行うことで、地域差の検証が可能か調査を行った。

4. 調査時期の設定

調査期間は、冬期間で最も気温が低い時期とし、平成27年1月16日～平成27年2月15日に設定した。この期間における調査対象箇所近傍の気象庁アメダス（遠別、留萌、幌糠）による過去30年の気温平年値（1981年～2010年）では、留萌管内では1月16日～2月15日の間が冬期間で最も気温が低い時期であった。日中の最高気温は0度を下回り、日平均気温は-5度を下回っていた。そのため、気温条件として、調査対象期間が最も吹雪が発生する可能性が高い時期であると判断し、調査を実施した。

5. CCTVカメラの選定と距離表示板設置

管内に設置されているCCTVカメラの中から、表-5に示す4箇所を選定した。地吹雪の発生源となる平地が雪源として隣接して存在する箇所や、通行止めの発生頻度が高い箇所などから対象とするCCTV箇所を選定した。いずれも近傍に防雪柵の設置が無い箇所であり、沿岸部の3地点と内陸部での検証として1箇所を選定している。また、CCTV近傍に設置した表示板は、図-3に示すように、CCTV箇所を0mとし、50m毎に200mまでの1箇所5枚を設置した。

表-5 留萌管内CCTV調査選定箇所一覧

CCTV箇所	選定理由
R232北里	<ul style="list-style-type: none"> 通行止履歴が多く、管内を代表する視程障害発生地域。 地吹雪の供給源となる雪源（平地）を広く持ち、地吹雪の影響度が大きい箇所として選定。
R232金浦	<ul style="list-style-type: none"> 通行止履歴が多く、管内を代表する視程障害発生地域。 道路気象テレメータが近傍に設置されている。 北里のCCTV箇所と比較して、雪源が若干小さく、地吹雪の影響度が中の箇所として選定。
R232力昼	<ul style="list-style-type: none"> 通行止発生履歴が管内北部によりも比較的少ない箇所。 海岸線が道路に近いが、北里・金浦のCCTV箇所と比較して、地吹雪の発生源となる雪源の面積が小さい箇所であり、同一線内において、雪源の違いによる視程障害発生状況の違いを比較する対象として選定。
R233幌糠	<ul style="list-style-type: none"> 内陸部の代表的地点として選定。 積雪の多い地域であることから、降雪による視程障害の発生が考えられるが、風による視程障害の発生が比較的低いことを想定した箇所。

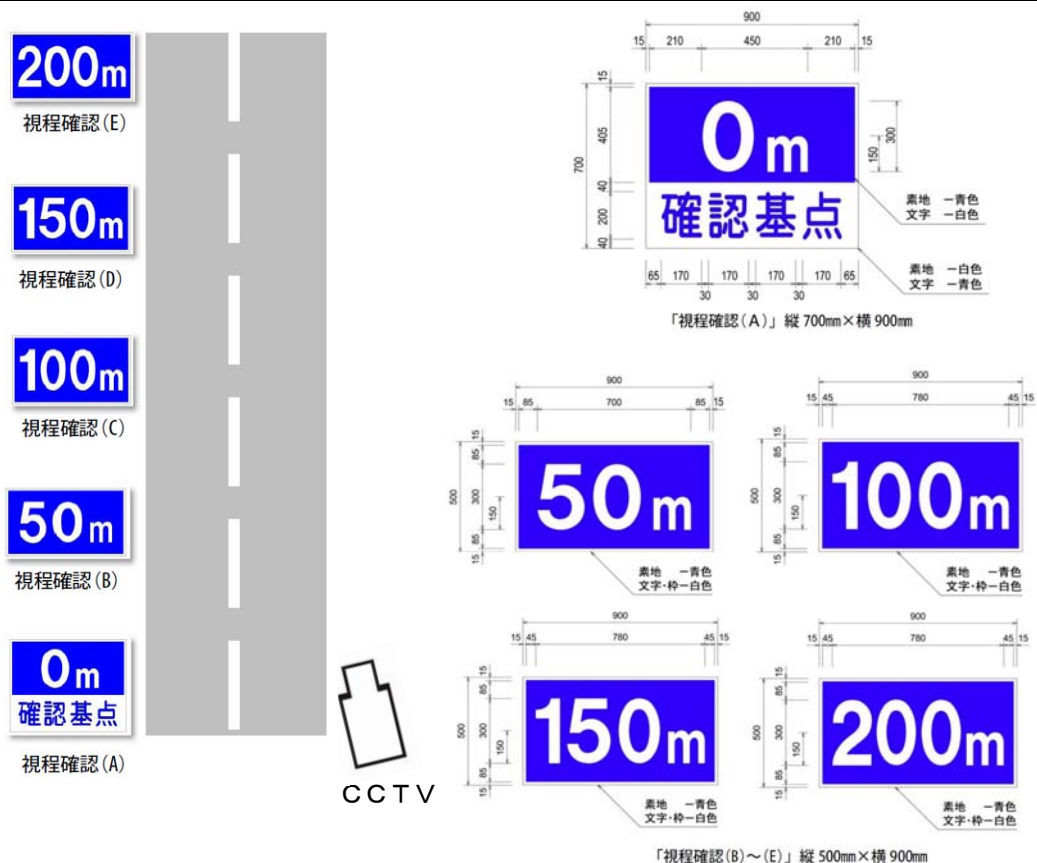


図-3 距離表示板の設置イメージとレイアウト詳細

なお、一般通行車両からの冬期視程確認や車間距離の確認としても利用できるよう、標識設置基準にならった文字サイズとすることで一般利用者が文字認識ができるように設定した。これにより、道路管理者はCCTVカメラ画像からの視程確認が可能となる他、一般利用者が走行時の視程及び車間確認ができるようにした。

6. CCTVカメラ画像からの視程判定

選定した4箇所のCCTVカメラ画像を図-4に示す。10分毎の静止画像から各時間におけるCCTVの視程判断及び、写真整理を行った。

視程距離は、画像中で視認可能な表示板の枚数で判断し、以下のとおり、それぞれの数値を記入した。

- ・ 1枚目が視認不可=50m未満、
- ・ 1枚目=50m、 2枚目=100m、 3枚目=150m、 4枚目=200m、
- ・ 4枚目以降の遠方が視認可能=200m以上

視程障害の発生判断については、交通挙動として走行速度が徐々に低下し始めるとされる視程200m³⁾を視程障害発生基準とし、200mの表示板の視認可否で決定した。

視程障害のある場合は“○”、視程障害の無い場合は“—”として整理し、視程200m未満の“地吹雪による”視程障害が発生した日数を算出した。

さらに、写真整理し作成した帳票には、地吹雪による視程障害の他、降雪による視程障害も含まれていたことから、地吹雪による視程障害として抽出するために以下の方法をとった。

●降雪を伴っていて、かつ風を伴っていると判断できる画像については、降雪を伴った吹雪による視程障害として「吹雪による視程障害」に分類する。

(風の強弱については、近傍のアメダスデータの風速データを参考として風速5m/s²⁾を風速の判断基準とした。)

●降雪を伴い、視程障害が発生しているが、風が弱いと判断できる画像については「降雪による視程障害」とし、「地吹雪による視程障害」の算出対象からは除外する。

なお、視程障害日数を算出する際は、1日のうちに1データ以上、地吹雪による視程障害と思われるデータが存在した場合、その該当日は視程障害日として日数に含めた。

7. 視程障害の検証

地吹雪は、一般車両の目線の高さにおいて、集中して発生した雪粒子が水平方向の吹雪の密度を高くすることで視程障害となるが、上空から見下ろすCCTVカメラ画像ではその見え方に差が生じる。

そこで、CCTVカメラ画像における視程と、実際の視程の差について比較し、CCTVカメラを用いた視程障害状況把握の有効性について検証した。

検証箇所は、北里CCTVカメラ箇所とし、実際の視程把握には図-5のようにインターバルカメラを1箇所設置して、それぞれの画像の比較検証を行った。

視程距離の確認については、CCTVカメラ及びインタ

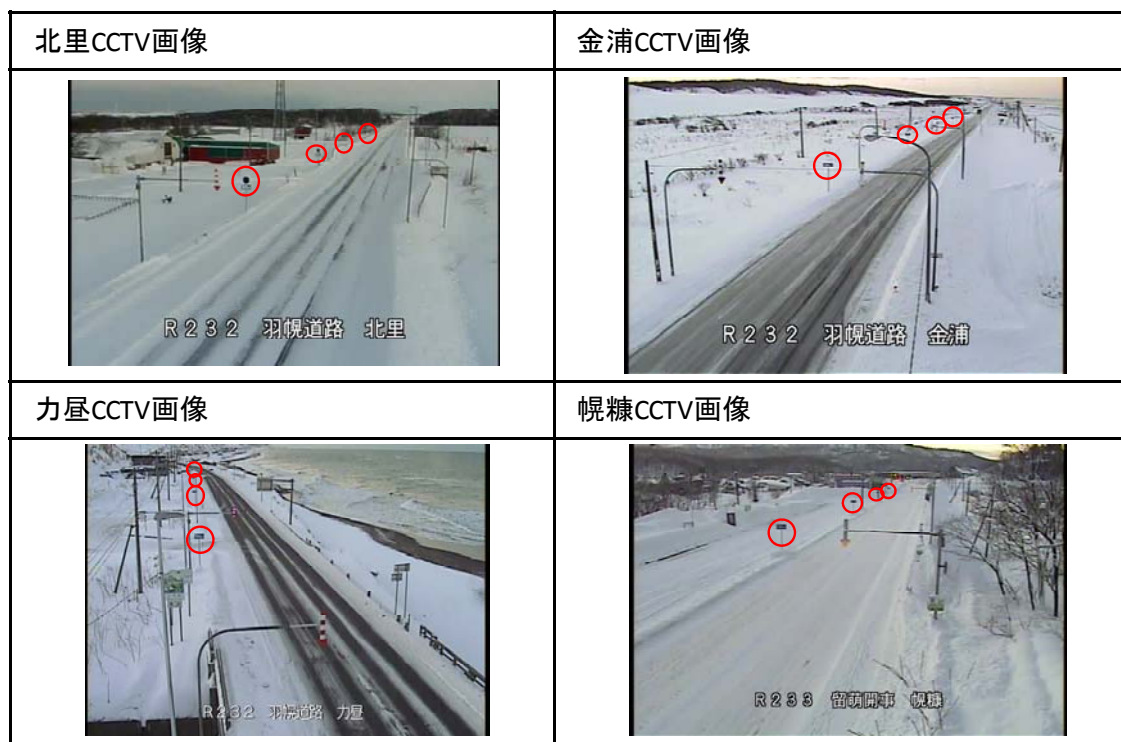


図-4 CCTVからの距離表示板確認状況

ーバルカメラから映るように、表示板と同様に50mおきにターゲットとなる直径60cmの視程板を設置した他、250mと300mの位置にも視程板を設置し、2つのカメラ画像から確認できる距離を比較した。ここで、
 視程差 = CCTV画像による視程 - インターバルカメラ画像による視程とし、同一時刻に確認できた視程の差を視程差として表現した。



図-5 インターバルカメラ設置イメージ

分	北部地域							
	北里CCTV (R232-KP25.50)				金浦CCTV (R232-KP39.90)			
20								
	R 2 3 2 羽幌道路 北里				R 2 3 2 羽幌道路 金浦			
	-2.6℃	7.6m/s	西南西	地吹雪	-3.2℃	8.2m/s	西南西	地吹雪
	視程距離	100m	視程障害	○	視程距離	100m	視程障害	○
分	南部地域							
	力屋CCTV (R232-KP96.30)				幌糠CCTV (R233-KP37.01)			
20								
	R 2 3 2 羽幌道路 力屋				R 2 3 3 留萌町 幌糠			
	-3.3℃	12.7m/s	南西	吹雪	-5.3℃	3.9m/s	北西	
	視程距離	200m	視程障害	—	視程距離	200m以上	視程障害	—

図-6 視程障害発生時のCCTV画像比較 (2/9 8:20時点)

8. 視程判定結果とりまとめ

同時刻のCCTVカメラ画像を比較整理した帳票から図-6のように管内4箇所CCTV画像を比較することで、管内における地域差を確認した。

北里CCTV・金浦CCTV箇所では地吹雪が発生しているが、南部の力屋CCTV及び内陸部の代表地点となる幌糠CCTV箇所では地吹雪発生が無く、地吹雪発生に地域差があることがCCTV画像整理から確認された。

帳票整理結果からは、調査した31日間で視程障害としてカウントした日数は、図-7に示すとおり、北部地域で5～7日、内陸部南部地域では1～3日となり、倍

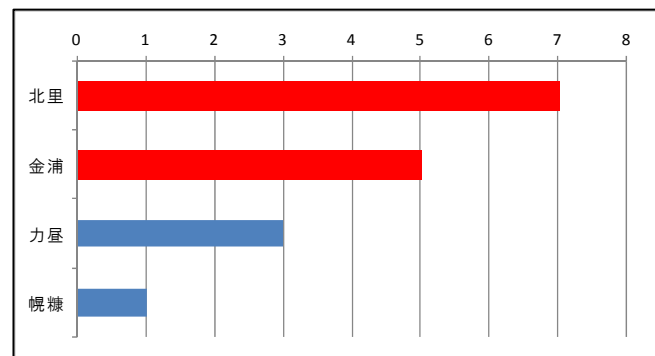


図-7 CCTVから抽出した視程障害日数 (1/16～2/15の31日間)

程度の地域差が発生していることも分かった。

また、インターバルカメラとの比較では、図-8に示すとおり、地吹雪発生時に確認できる視程差は、およそ50m程度であることが分かり、これにより、CCTVカメラ画像で確認した視程は、実施の視程と比較し、およそ50m程度の差があることから、CCTV画像による視程から50mを差し引いた距離が実際の視程に相当することが分かった。

9. あとがき

近傍の気象観測所のデータ解析結果から、2014(H26)年度冬期の観測期間中(1/16~2/15計31日間)は、表-6に示すように視程障害発生を想定した気象条件となった日数が留萌アメダスで8日(例年比53%)、金浦テレメータでも10日(同67%)と少なく、それ以外の箇所も例年を下回った。

今回の調査期間中においては、視程障害の発生日数は少なく、CCTV画像から判断した視程障害日数は例年よりも小さい値を示していたと思われるが、このような条件下においても以下のことが確認された。

- ・CCTV画像からの判断で地域差を表現することが可能であり、実際の視程障害の発生状況を既存ストックであるCCTVカメラの画像を用いて確認・整理することが可能であり、一定期間内における地域差を数値として定量的に把握できることが明らかとなった。

- ・CCTV画像の取得には時間を要するが、CCTVカメラ近傍に距離板を設置することで、視程計を使わなくても目視による視程確認が可能となる。

今後の広域的な展開も視野に入れ、実際の地吹雪発生状況の把握から留萌管内の冬期課題抽出を行っていきたいが、一部のCCTV画像だけでは地域一帯の気象状況を判断はできないため、その補完として吹雪予測などのツールを併用し道路管理に役立てることも可能と思われ、今後の展開について検討したい。

参考文献

- 1) 「防災カルテ作成・運用要領」(財)道路保全技術センター, 1996, pp.194-195.
- 2) 「基礎雪氷学講座Ⅲ 雪崩と吹雪」古今書院 177
- 3) 加治屋安彦, 松澤 勝, 鈴木武彦, 丹治和博, 永田泰浩, 2004: 降雪・吹雪による視程障害条件下のドライバーの運転挙動に関する一考察. 寒地技術論文・報告集, 20, pp. 325-331.

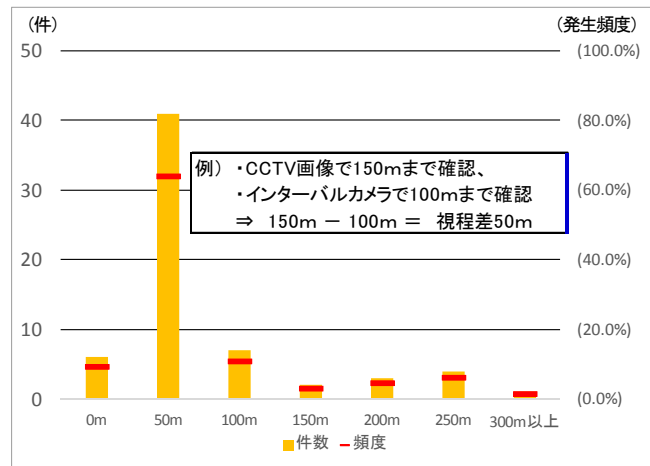


図-8 CCTVカメラ画像とインターバルカメラ画像との視程差

表-6 気象観測地点での視程障害想定日数の経年比較

観測地点	観測年度	1月 16日~	2月 ~15日	合計
天塩 アメダス	2004	6	0	6
	2005	1	2	3
	2006	0	3	3
	2007	1	3	4
	2008	3	1	4
	2009	4	3	7
	2010	0	2	2
	2011	0	3	3
	2012	2	4	6
	2013	5	2	7
	10年平均	2.2	2.3	4.5
	2014	0	2	2
留萌 アメダス	2004	6	7	13
	2005	12	8	20
	2006	4	7	11
	2007	7	5	12
	2008	5	8	13
	2009	11	12	23
	2010	6	7	13
	2011	5	10	15
	2012	6	8	14
	2013	10	8	18
	10年平均	7.2	8.0	15.2
	2014	5	3	8
金浦 テレメータ	2004	4	6	10
	2005	13	10	23
	2006	2	5	7
	2007	7	6	13
	2008	9	7	16
	2009	14	13	27
	2010	5	5	10
	2011	7	10	17
	2012	4	7	11
	2013	7	8	15
	10年平均	7.2	7.7	14.9
	2014	4	6	10